www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

8e JAARGANG No. 12, blz. 353-384 DECEMBER 1946

Philips Technisch Tijdschrift

BEHANDELENDE TECHNISCHE VRAAGSTUKKEN
SAMENHANGENDE MET DE PRODUCTEN, WERKWIJZEN EN ONDERZOEKINGEN
VAN DE N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

REDACTIE: HET NATUURKUNDIG LABORATORIUM DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN

NIET-METALLISCH MAGNETISCH MATERIAAL VOOR HOOGE FREQUENTIES

door J. L. SNOEK.

621.318.323.2:538.245

In metalen spoelkernen ontstaan, zooals bekend, wervelstroomen, als er een wisselveld in opgewekt wordt. Het hierdoor veroorzaakte energieverlies kan bij lage frequenties voldoende beperkt worden door de kern in onderling geïsoleerde lamellen te verdeelen. Hoe hooger de frequentie, des te fijner deze verdeeling zijn moet. Men is voor hooge frequenties dan ook overgegaan tot het gebruik van kernen, samengesteld uit draad en zelfs uit korrels (zg. poederkernen). Bij deze laatste loopen de krachtlijnen gedeeltelijk door de niet-magnetische isolatie der korrels, zoodat steeds een vrij groote minimum „luchtspleet" aanwezig is.

Geheel nieuwe wegen zijn geopend door het onderzoek der ferrieten, d.z. stoffen van het type MFe_2O_4, waarin M een tweewaardig metaal symboliseert. Sommige zijn kubisch van structuur en kunnen in iedere verhouding mengkristallen vormen. Op enkele uitzonderingen na zijn deze niet-metallische stoffen ferromagnetisch. Hun soortelijke weerstand is 10^7-10^{12} maal zoo hoog als die van ijzer, waardoor het probleem der wervelstroomen, ook zonder lamelleering en zelfs bij radiofrequenties, geheel op de achtergrond treedt. Door een geschikte samenstelling en warmtebehandeling kunnen ook de hysteresis- en de restverliezen behoorlijk laag gehouden worden, terwijl de aanvangspermeabiliteit van de orde van 1000 kan bedragen. Door een pers- of spuitproces is het materiaal in een reeks van vormen te brengen. Het gebruik van dit „Ferroxcube" genaamde materiaal heeft op verschillende gebieden tot spoelen van verbeterde kwaliteit of verkleind volume geleid. Dank zij de homogeniteit van het materiaal kan er een goede magnetische afscherming mee verkregen worden.

Metallische en niet-metallische ferromagnetica

Magnetische eigenschappen heeft de mensch waarschijnlijk eerder aan niet-metallische stoffen waargenomen dan aan metalen. In ieder geval was het mineraal magnetiet (magneetijzersteen, Fe_3O_4) een reeds in de Oudheid bekende niet-metallische ferromagnetische stof.

Behalve in het kompas, was er tot in de negentiende eeuw van technische toepassing der magnetische eigenschappen eigenlijk geen sprake. Toen er zich na de baanbrekende onderzoekingen van Faraday en vele anderen een electrotechnische industrie begon te ontwikkelen en daarmee ook een vraag naar geschikte magnetische materialen ontstond, waren het echter niet deze mineralen, maar ijzer of alliages met ijzer als hoofdbestanddeel, waartoe men zich wendde om aan deze vraag te voldoen. De magnetische oxyden werden als niet meer dan een wetenschappelijke curiositeit beschouwd.

Bij het gebruik van metalen kernen in magnetische wisselvelden stuitte men al spoedig op het door Foucault ontdekte verschijnsel der wervelstroomen en de daarmee verbonden wervelstroomverliezen. Om deze te beperken, ging men over tot het lamelleeren van de kernen. Dit bracht bovendien het voordeel mee dat het plaatvormige materiaal door uitgloeien goed gezuiverd kon worden, hetgeen een verbetering van de magnetische eigenschappen ten gevolge heeft. Zooals eenvoudig afgeleid kan worden, vindt men bij zulk een uit platen samengestelde kern voor de wervelstroomverliezen W_e (aannemende dat de magnetische inductie in alle punten van een kerndoorsnede even groot is):

$$W_e = \frac{4}{3}(af\,B_{\max})^2 \cdot \frac{d^2}{\varrho} \cdot V \cdot 10^{-16}\ \text{watt} \quad . \quad (1)$$

waarin f de frequentie in per/sec, $B_{\max}$ de amplitude der magnetische wisselinductie in gauss, d de plaatdikte in cm, ϱ de soortelijke weerstand van het kernmateriaal in ohm · cm, V het ijzervolume in cm^3 en a de zg. vormfactor is, die bij sinusvormig met de tijd veranderlijke inductie $\pi/2\sqrt{2} = 1{,}11$ bedraagt. Uit deze formule blijkt, dat voor vermindering der wervelstroomverliezen, bij gegeven frequentie en inductie, slechts twee wegen open staan:

1) verkleining van de plaatdikte (d);
2) verhooging van de soortelijke weerstand (ϱ).

Hoe dunner men de plaat, waaruit de lamellen geponst of geknipt worden, uitwalst, des te effectiever zal deze door het op dit walsen volgende uitgloeien gezuiverd worden. Daar tegenover staat echter dat daarbij de fabricagekosten stijgen, dat er meer tijd noodig is voor het stapelen der lamellen

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

tot een kern van gegeven afmetingen (het zg. invlechten) en dat er meer ruimte verloren gaat aan de benoodigde isolatie der lamellen onderling. Een en ander heeft tot gevolg, dat een bepaalde plaatdikte de gunstigste is; voor de frequenties der licht- en krachtnetten bijv. (40-60 per/sec) ligt deze dikte bij 0,5-0,3 mm.

Het samenstellen van spoelkernen uit gelamelleerd materiaal is tot op zekere hoogte voor den constructeur aantrekkelijk, o.a. omdat hij, door slechts de stapelhoogte te varieeren, uit dezelfde onderdeelen kernen van verschillende grootte kan opbouwen. Anderzijds is deze methode tamelijk tijdroovend, hetgeen zich vooral in de massafabricage doet gevoelen. Het lijdt dan ook geen twijfel, of het gebruik van massieve kernen, zooals deze met behulp van de moderne verfijnde smelttechniek in voldoende zuiverheid van samenstelling zouden kunnen worden vervaardigd, zou in vele gevallen de voorkeur verdienen, indien het uit het oogpunt van wervelstroomverliezen mogelijk ware.

Als tweede weg ter vermindering van deze verliezen werd boven reeds aangegeven: verhooging van de soortelijke weerstand. Ondanks uitvoerig metallurgisch onderzoek is men er niet in geslaagd, magnetische ijzerlegeeringen te bereiden met een soortelijke weerstand hooger dan ca vijf maal die van zuiver ijzer, waarvoor $\varrho = 10^{-5}$ ohm·cm. Dit was tot op zekere hoogte wel een belangrijke stap vooruit, maar het voldeed nog geenszins aan de eischen der inmiddels tot ontwikkeling gekomen telefoon- en radiotechniek, die met hun zooveel hoogere frequenties het probleem der wervelstroomverliezen in verscherpte vorm aan de orde stelden.

Zoo was men — vasthoudende aan metallisch kernmateriaal — wel gedwongen verder te gaan in de richting van een fijnere verdeeling. Een nieuwe fase werd ingeluid met het invoeren van de zg. poederkernen. Deze bestaan uit fijne metaalkorrels, voorzien van een isoleerend huidje en samengeperst tot een conglomeraat van zoo groot mogelijke dichtheid. De fabricagekosten van een dergelijk fijn poeder zijn slechts een fractie van de kosten van lamellen met een dikte gelijk aan de korreldiameter. Het maken van draad van deze diameter zou nog kostbaarder zijn.

Van meet af aan zag men natuurlijk in dat met de invoering van deze poederkernen een belangrijk verlies aan permeabiliteit gepaard gaat. De talrijke korrels zijn onderling immers gescheiden door zich magnetisch als „luchtspleten" gedragende isoleerende laagjes. Er is intens naar gestreefd dit nadeel tot een minimum te reduceeren, en niet zonder eenig succes, zooals uit het volgende blijkt.

Pupinspoelen voor frequenties tot 3000 per/sec zijn ontwikkeld waarvan de kern metaalkorrels bevat met een diameter van 50 micron en kleiner. De effectieve permeabiliteit van dit kernmateriaal kon worden opgevoerd tot 125. Hieruit kan men berekenen dat minder dan 1/125 = 0,008 van de totale lengte der krachtlijnen door niet-magnetisch materiaal in beslag wordt genomen. De dikte der isolatielaag om de korrels is dus minder dan 0,008 maal 50 = 0,4 micron (vermoedelijk ca 0,2 micron). Om een dergelijk resultaat te bereiken, moest een zeer verfijnde techniek van het aanbrengen van deze laagjes worden ontwikkeld. Het zal duidelijk zijn dat belangrijke verbeteringen in dit opzicht nauwelijks meer mogen worden verwacht.

Om bij de zooveel hoogere frequenties der radiotechniek de wervelstroomverliezen binnen de perken te houden, moest de korrelgrootte drastisch worden verkleind, waarbij men zich uiteraard een verdere verlaging der effectieve permeabiliteit moest getroosten.

Het zal niemand verwonderen dat gedurende deze ontwikkelingsgang meermalen de gedachte is opgekomen, het over een geheel andere boeg te gooien en de metallische ijzer- of nikkellegeeringen te vervangen door niet-metallische stoffen, zooals bepaalde magnetische ijzeroxyden, welker soortelijke weerstand zeer hoog is. Zoo dateert reeds van 1909 een tweetal octrooischriften van Hilpert betreffende het gebruik van de zg. ferrieten voor ferromagnetische spoelkernen bij hooge frequenties. De voor deze ferrieten als hoogste waarden opgegeven soortelijke weerstanden van 10^5-10^7 ohm·cm contrasteeren wel sterk met die van de gebruikelijke metallische kernmaterialen, waarbij men het met moeite tot een waarde van $5 \cdot 10^{-5}$ ohm·cm heeft kunnen brengen. De winst ten bedrage van een factor 10^{10}-10^{12} bij het gebruik van ferrieten is groot genoeg om het probleem der wervelstroomverliezen geheel op de achtergrond te schuiven. Niettemin schijnen de resultaten niet bemoedigend te zijn geweest; men heeft er althans verder niets over vernomen.

In 1933 is in de Philips Laboratoria het onderzoek van de magnetische eigenschappen der ferrieten ter hand genomen [1]). De door Hilpert genoemde ferrieten blijken inderdaad vrij gebrekkige eigenschappen te hebben:

1) de aanvangspermeabiliteit is laag (niet veel hooger dan 10),
2) de resultaten zijn slecht reproduceerbaar,

[1]) Zie J. L. Snoek. New developments in magnetic materials, Elsevier Publishing Co., New York-Amsterdam (verschijnt binnenkort).

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

3) ondanks de verwaarloosbare wervelstroomverliezen zijn de totale verliezen nog vrij hoog.

Niettemin is het onderzoek voortgezet, waarbij gevonden is dat er wel degelijk ferrieten met gunstige magnetische eigenschappen te maken zijn. Om straks duidelijk te kunnen maken, in welke richting men hier heeft moeten zoeken, zullen wij ons eerst bezig houden met de vraag, wat eigenlijk ferrieten zijn.

Wat zijn ferrieten?

Onder ferrieten verstaat men stoffen die beantwoorden aan de formule MFe_2O_4, waarin M een tweewaardig metaal voorstelt. Zoo kent men ferroferriet, Fe_3O_4 (het vroeger reeds genoemde magnetiet); cupriferriet, $CuFe_2O_4$; loodferriet, $PbFe_2O_4$; enz. In het begin dezer eeuw beschouwde men deze stoffen wel als de zouten van een zuur, $HFeO_2$, en tweewaardige metalen.

De structuur van sommige dezer ferrieten is kubisch. Dit is uitermate belangrijk in verband met het feit dat voor hun bereiding (waarop wij aanstonds terugkomen) een hooge temperatuur noodig is, en wel 1000-1400 °C. De kubische structuur is namelijk de eenige waarbij tijdens afkoeling de krimp in diverse richtingen dezelfde is. Alleen bij een stof met kubische structuur zullen dus bij afkoeling geen inwendige spanningen behoeven te ontstaan. Toen in dit laboratorium met het onderzoek van de eigenschappen der magnetische oxyden werd begonnen, was juist uit de theorieën van Kussmann, Becker en Kersten duidelijk geworden dat de afwezigheid van spanningen een noodzakelijke voorwaarde is voor het verkrijgen van een hooge aanvangspermeabiliteit en lage hysteresisverliezen. Om deze reden werd dan ook het onderzoek tot ferrieten met een kubische structuur beperkt.

Voorwaarden voor het verkrijgen van ferrieten met gunstige eigenschappen

Voorwaarde voor het verkrijgen van een kubische structuur

Volgens de bekende kristallografische onderzoekingen van Goldschmidt hangt de kristalstructuur o.m. af van de verhouding der ionendiameters. In overeenstemming hiermee kan men blijkens de ervaring uit het kubische Fe_3O_4 andere, eveneens kubische, ferrieten afleiden, als men het tweewaardige ferro-ion vervangt door een tweewaardig ion dat ongeveer dezelfde diameter heeft als het ferro-ion. Deze noodzakelijke voorwaarde is echter niet steeds voldoende om een ook bij kamertemperatuur stabiele structuur te verzekeren. Zoo heeft bijv. cupriferriet, $CuFe_2O_4$, de neiging, bij afkoeling een tetragonale structuur aan te nemen; door snelle afkoeling van 900 °C af echter gelukt het, dit ferriet bij kamertemperatuur in de kubische vorm te behouden. Dit „afschrikken" leidt echter tot inwendige spanningen, eventueel zelfs tot breuk. Om deze reden is cupriferriet voor ons doel niet bruikbaar.

Bij het raadplegen van een tabel van ionenradii blijkt, welke tweewaardige ionen in aanmerking komen om het ferro-ion in Fe_3O_4 te vervangen.

In *tabel I* zijn de stralen dezer ionen, en ter vergelijking ook die van het ferro-ion, vermeld.

Tabel I.

Metaal	Radius van het tweewaardige ion
IJzer	0,83 Å
Magnesium	0,78
Mangaan	0,91
Cobalt	0,82
Nikkel	0,78
Koper	0,83
Zink	0,83
Cadmium	1,03

De ferrieten der in deze tabel genoemde metalen vormen, voor zoover bekend, in alle verhoudingen mengkristallen; ook deze komen voor het onderzoek in aanmerking.

De ferrieten der beide laatste metalen uit deze tabel, zink en cadmium, nemen een zeer bijzondere plaats in, hetgeen hieronder toegelicht zal worden.

Details der structuur van ferrieten [2])

Naar uit röntgenografisch onderzoek door W. H. Bragg [3]) is gebleken, bestaat een elementaire cel van een ferriet uit acht „moleculen", wat men bijv. bij ferroferriet door de formule $Fe_8^{2+}\ Fe_{16}^{3+}\ O_{32}^{2-}$ tot uitdrukking brengt. Hierin zijn tevens de ladingen der als ionen aanwezige atomen aangegeven.

De zuurstofionen zijn door hun negatieve lading belangrijk grooter dan de positief geladen metaalionen. Zij vormen een kubische bolstapeling. In een deel der tusschenruimten van dit zuurstofrooster zijn de metaalionen ondergebracht, op een wijze die karakteristiek is voor de structuur. Deze metaalionen zijn bij de ferrieten op analoge wijze geplaatst als de magnesium- en aluminiumionen in het mineraal spinel, $MgAl_2O_4$; vandaar dat men hier

[2]) Een uitvoeriger artikel over de structuur van ferrieten en verwante verbindingen, die eveneens van belang voor de electrotechniek zijn, zal binnenkort in dit tijdschrift verschijnen.

[3]) Phil. Mag. **30**, 305, 1915.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

spreekt van spinelstructuur. In deze structuur nu blijken tusschen de zuurstofionen twee soorten van plaatsen voor te komen die voor metaalionen beschikbaar zijn, en wel zg. tetraëderplaatsen, die elk door vier, op de hoekpunten van een tetraëder geplaatste, zuurstofionen zijn omringd, en zg. octaëderplaatsen, omgeven door acht zuurstofionen, die een octaëder vormen. Per elementaire cel zijn 8 tetraëder- en 16 octaëderplaatsen door metaalionen bezet. Bij spinel is het zeer waarschijnlijk zoo, dat de 8 tetraëderplaatsen alle door magnesium-, de 16 octaëderplaatsen door aluminiumionen worden ingenomen.

Het ligt nu voor de hand te onderstellen dat bij de ferrieten de 8 tweewaardige metaalionen de 8 tetraëderplaatsen, en de 16 ferri-ionen de 16 octaëderplaatsen bezetten. Bij nader onderzoek blijken er slechts twee ferrieten te zijn waarbij dit inderdaad het geval is, nl. zinkferriet, $ZnFe_2O_4$, en cadmiumferriet, $CdFe_2O_4$. Bij alle overige bekende ferrieten zijn de tweewaardige metaalionen en de ferri-ionen over beide soorten van plaatsen verdeeld. Dit onverwachte feit is in meer dan één opzicht van groot belang.

Voorwaarde voor het optreden van ferromagnetisme; „Ferroxcube"

Zinkferriet en cadmiumferriet, de eenige bekende enkelvoudige ferrieten waarbij de ferri-ionen zich uitsluitend op octaëderplaatsen bevinden, zijn tevens de eenige ferrieten, die geen ferromagnetische eigenschappen bezitten. Het ligt voor de hand, samenhang tusschen deze twee feiten te zoeken. Het zou echter buiten het bestek van dit artikel vallen, daar verder op in te gaan; wij volstaan met de opmerking dat de aanwezigheid van ferri-ionen op tetraëderplaatsen een voorwaarde van ferromagnetisme schijnt te zijn.

Zooals reeds vermeld, kunnen de besproken kubische ferrieten in alle verhoudingen mengkristallen vormen. Gevonden is nu dat mengkristallen van magnetische met niet-magnetische ferrieten — in het bijzonder zinkferriet — onder gunstige omstandigheden zeer hooge waarden der aanvangspermeabiliteit (μ_0) kunnen vertoonen. In *tabel II* vindt men de waarde van μ_0 van eenige enkelvoudige ferrieten, in *tabel III* die van eenige door toevoeging van zinkferriet verkregen mengkristallen.

De technische toepassingen van uit geschikt gekozen en behandelde mengkristallen bestaande ferrieten — die Philips fabriceert en in de handel brengt onder het merk „Ferroxcube", waarin tot uitdrukking is gebracht dat deze stoffen een kubische structuur bezitten, — komen aanstonds ter sprake. Door verschillende samenstelling of warmtebehandeling kunnen diverse variëteiten — aangeduid met „Ferroxcube" I, II, III enz. — worden verkregen met zeer uiteenloopende eigenschappen.

Tabel II.

Ferriet	Aanvangspermeabiliteit μ_0
$Fe\,Fe_2O_4$ (normaal)	ca 10
$Fe\,Fe_2O_4$ (spanningsvrij)	ca 70
$Cu\,Fe_2O_4$ (afgeschrikt)	ca 70
$Mg\,Fe_2O_4$	max. ca 10
$Ni\,Fe_2O_4$	max. ca 10
$Co\,Fe_2O_4$	nauwelijks >1
$Mn\,Fe_2O_4$	max. ca 250, doch slecht reproduceerbaar

Tabel III.

Mengkristal	Aanvangspermeabiliteit μ_0
$Cu\,Fe_2O_4 + Zn\,Fe_2O_4$	ca 1500
$Mg\,Fe_2O_4 + Zn\,Fe_2O_4$	ca 700
$Mn\,Fe_2O_4 + Zn\,Fe_2O_4$	ca 3000
$Ni\,Fe_2O_4 + Zn\,Fe_2O_4$	ca 4000

Speciale maatregelen voor het verkrijgen van een hooge permeabiliteit

Een hooge waarde van de permeabiliteit wordt verkregen, indien men zorg draagt voor een geringe wisselwerking tusschen de elementaire magneetjes en het kristalrooster van de stof. De wisselwerkingsenergie welke men in het ongestoorde rooster aantreft, noemt men wel kristalanisotropie. Het is bekend dat de kristalanisotropie zeer geringe waarden aanneemt in de omgeving van het Curiepunt, d.i. de temperatuur waarbij het ferromagnetisme van een stof verdwijnt om plaats te maken voor paramagnetisme. Van deze omstandigheid is bij het „Ferroxcube" gebruik gemaakt. Door toevoeging van het onmagnetische zinkferriet is nl. het Curiepunt van eenige honderden °C zooveel omlaag gebracht dat het zich dicht bij kamertemperatuur bevindt.

In het algemeen is het kristalrooster echter nog door inwendige spanningen verstoord; deze zijn ten deele afkomstig van de magnetostrictie. Onder magnetostrictie verstaat men de spontane vervorming welke optreedt, indien het materiaal wordt gemagnetiseerd; zij wordt positief genoemd, als rek, negatief, indien krimp optreedt bij toenemende magnetisatie.

Materialen met een geringe waarde van de magnetostrictie zijn dus geschikt om er een zeer hooge permeabiliteit mee te bereiken, indien men tevens zorg draagt dat de inwendige spanningen laag zijn (uitgloeien op hooge temperatuur, homogeen kubische structuur). Het is gebleken dat het nastreven van een geringe waarde van de magnetostrictie vooral bij „Ferroxcube" III op eenvoudige wijze mogelijk is. Dit hangt daarmede samen dat door menging van verschillende ferrieten zoowel positieve als negatieve waarden der magnetostrictie gemakkelijk kunnen worden gerealiseerd. Door een juiste doseering kan de waarde nul zeer dicht worden benaderd.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

Voorwaarde voor het verkrijgen van een hooge soortelijke weerstand

Magnetiet, Fe_3O_4, heeft de betrekkelijk lage soortelijke weerstand van 10^{-2} ohm·cm (bij kamertemperatuur). Bij de andere ferrieten, waarbij het ferro-ion door een ander tweewaardig metaalion vervangen is, ligt deze weerstand in de orde van 10^5—10^7 ohm·cm. Indien echter slechts een klein gedeelte dezer metaalionen ferro-ionen zijn, vindt men een soortelijke weerstand van 10^2—10^4 ohm·cm.

Om een zoo hoog mogelijke weerstand te bereiken, dient men dus de aanwezigheid van ferro-ionen te vermijden. Practisch kan men er toch wel wat van toelaten, daar een waarde van bijv. 100 ohm·cm zeer goed bruikbaar is bij een kerndikte van de orde van 1 cm en frequenties tot ca 10^6 per/sec.

De lage soortelijke weerstand van Fe_3O_4 is wel toegeschreven aan het feit dat ferro- en ferri-ionen op gelijksoortige plaatsen in het kristalrooster voorkomen. Deze verklaring is als volgt plausibel te maken. Stelt men zich voor dat een electron aan een ferro-ion onttrokken en aan een ferri-ion toegevoegd wordt, dan wordt het eerstgenoemde ion een ferri-, het laatste een ferro-ion. Daar beide soorten ionen toch al op gelijksoortige plaatsen voorkwamen, is er door deze verwisseling niets essentieels in de structuur veranderd. Dit beteekent dat dergelijke electronenverplaatsingen gemakkelijk kunnen voorkomen; met andere woorden: er is een aanmerkelijk geleidingsvermogen.

Verliezen en kwaliteit van spoelen

Splitsing der verliezen

Wij hebben in het bovenstaande gezien dat men er in geslaagd is, ferrieten met hooge waarden van de permeabiliteit en van de soortelijke weerstand samen te stellen. Dank zij deze laatste eigenschap zullen de wervelstroomverliezen in het algemeen gering zijn. Zooals echter reeds gebleken was bij de proeven met de materialen van Hilpert, zijn er nog andere verliezen. Nu zijn in bijna alle toepassingen van spoelen de er in optredende totale energieverliezen van invloed op de eigenschappen van de trillingskring of het filter waar de spoel deel van uitmaakt. Wij dienen dus deze verliezen wat nader te beschouwen.

De totale verliezen in een spoel waardoor een wisselstroom met de hoekfrequentie $\omega = 2\pi f$ loopt, kan men in een vervangingsschema verantwoorden door in serie met een zelfinductie L een weerstand R geschakeld te denken. Deze verliesweerstand bestaat in de eerste plaats uit de gelijkstroomweerstand van de spoel, vergroot met een factor die aan het „huideffect" te wijten is; voorts uit een deel dat de diëlectrische verliezen in rekening brengt, en tenslotte uit een gedeelte dat aan de magnetische verliezen beantwoordt. Daar wij het hier uitsluitend over deze laatste willen hebben, mogen de beide eerstgenoemde deelen van R verder buiten beschouwing blijven; in het volgende brengt R dus uitsluitend de magnetische verliezen in rekening.

De magnetische verliezen nu bestaan uit drie deelen: de wervelstroomverliezen, die reeds ter sprake kwamen, de hysteresisverliezen en voorts de restverliezen. Het is mogelijk dat deze laatste met de zg. nawerkingsverschijnselen [4]) samenhangen.

Het is gebruikelijk, de verhouding te beschouwen van R tot het product van de permeabiliteit μ, de frequentie f en de zelfinductie L. Deze verhouding, welker beteekenis hieronder nog toegelicht zal worden, kan, in overeenstemming met de zooeven genoemde splitsing der magnetische verliezen, als volgt geschreven worden:

$$\frac{R}{\mu f L} = c_h B_{\max} + c_e f + c_r(f) \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Hierin worden de hysteresisverliezen vertegenwoordigd door de hysteresisconstante c_h (een materiaalconstante), vermenigvuldigd met de maximale inductie $B_{\max}$; de wervelstroomverliezen door het product van de frequentie f en een factor c_e, die niet alleen van een materiaaleigenschap (i.c. de soortelijke weerstand), doch ook van de vorm en de afmetingen van de kern afhangt; voor een kern met ronde doorsnede (diameter D cm) bijv. bedraagt c_e:

$$c_e = \frac{\pi^3}{2} \cdot \frac{D^2}{\varrho} \cdot 10^{-9} \text{ sec.} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Met de term $c_r(f)$, die van de frequentie afhankelijk is, zijn de restverliezen in rekening gebracht.

Beteekenis van de grootheid $R/\mu fL$

Het linker lid van (2) kan ook als volgt geschreven worden:

$$\frac{R}{\mu f L} = \frac{2\pi}{\mu} \cdot \frac{R}{\omega L} = \frac{2\pi}{\mu} \cdot \frac{1}{Q} = 2\pi \cdot \frac{\operatorname{tg}\delta}{\mu} \quad . \quad . \quad (4)$$

waarin Q de zg. kwaliteitsfactor en δ de verlieshoek is. De uitdrukking $R/\mu fL$ blijkt dus slechts een factor 2π te verschillen van de grootheid $(\operatorname{tg}\delta)/\mu$, welke van belang is, als men de invloed van een luchtspleet in het magnetische circuit wil nagaan (het aanbrengen van een luchtspleet is een gemakkelijke methode om de zelfinductie van een spoel op de gewenschte waarde te brengen). Is L de zelfinductie van een spoel op een gesloten kern van een materiaal met permeabiliteit μ, en L' de zelfinductie die men verkrijgt door in de oorspronkelijke kern een luchtspleet aan te brengen, dan kan men aan deze laatste kern (inclusief lucht-

[4]) Philips techn. T. 8, 57, 1946 (no. 2).

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

spleet) een „effectieve" permabiliteit μ' toeschrijven, gedefinieerd door

$$\mu' = \frac{L'}{L}\,\mu.$$

Noemt men δ de verlieshoek van de oorspronkelijke spoel, δ' die van de spoel met luchtspleet, dan is af te leiden dat met groote benadering geldt:

$$\frac{\operatorname{tg}\delta}{\mu} = \frac{\operatorname{tg}\delta'}{\mu'} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

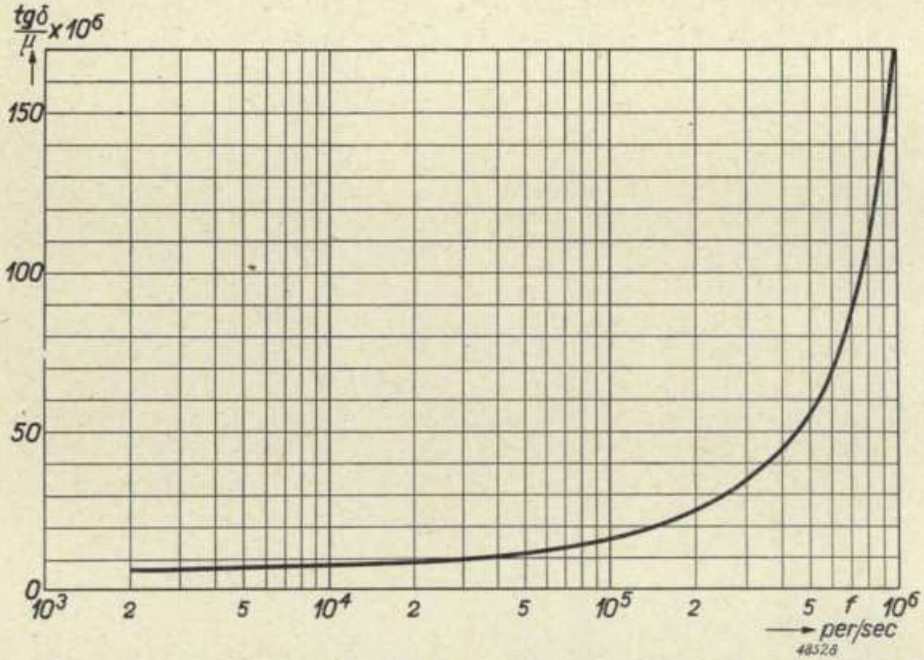


Fig. 1. De grootheid $(\operatorname{tg}\delta)/\mu$ als functie van de frequentie f, voor „Ferroxcube" III. De permeabiliteit bedraagt voor dit materiaal ca 1000. De grensfrequentie, waar $\operatorname{tg}\delta$ de waarde $6 \cdot 10^{-2}$ bereikt, ligt hier bij ca $0{,}5 \cdot 10^6$ per/sec.

Strikt genomen is niet $(\operatorname{tg}\delta)/\mu$ invariant, doch

$$\frac{\operatorname{tg}\delta}{\mu(1+\operatorname{tg}^2\delta)-1} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

Daar echter alleen lage waarden van $\operatorname{tg}\delta$ interessant zijn (klein ten opzichte van 1), mag in practische gevallen $\operatorname{tg}^2\delta$ ten opzichte van 1 verwaarloosd worden. Heeft men bovendien te maken met waarden van μ resp. μ' die groot ten opzichte van 1 zijn, dan verschilt de uitdrukking (6) niet noemenswaard van de benaderende vorm (5).

Uit de relatie (5) volgt, dat het reduceeren van μ tot μ' gepaard gaat met een evenredige verlaging van $\operatorname{tg}\delta$, d.i. verhooging van de kwaliteitsfactor (Q). De hiermee te behalen winst is des te grooter, naarmate de oorspronkelijke permeabiliteit hooger was.

Weliswaar geldt in principe hetzelfde bij poederkernen, waar de hooge permeabiliteit der korrels, in combinatie met de permeabiliteit 1 der isoleerende laagjes, een geringe waarde der effectieve permeabiliteit tot resultaat heeft. In drie belangrijke opzichten echter is hierbij, nog afgezien van het gunstiger gedrag bij hooge frequenties, het homogene „Ferroxcube" materiaal in het voordeel ten opzichte van de poederkern:

1) bij „Ferroxcube" is men geheel vrij, de voor ieder geval gunstigste luchtspleet te kiezen; de poederkern daarentegen heeft als het ware een „ingebouwde" luchtspleet, die men niet verkleinen kan;
2) met „Ferroxcube" is een veel effectievere magnetische afscherming te bereiken dan met het heterogene poederkernmateriaal (wij komen hierop bij de toepassingen terug);
3) in het homogene „Ferroxcube" is de magnetische inductie veel gelijkmatiger verdeeld dan in de korrels van een poederkern; dit is gunstig om tot geringe hysteresisverliezen te komen.

De verlieshoek als functie van de frequentie

In *fig. 1* is de grootheid $(\operatorname{tg}\delta)/\mu$ van „Ferroxcube" III als functie van de frequentie uitgezet. Men ziet dat zij met stijgende frequentie aanvankelijk langzaam, doch later steeds sneller toeneemt. De frequentie waarbij $\operatorname{tg}\delta$ de waarde $6 \cdot 10^{-2}$ bereikt, beschouwen wij als de hoogste, bij welke het materiaal practisch bruikbaar is. Voor „Ferroxcube" III, waarvoor de permeabiliteit ca 1000 bedraagt, ligt deze grensfrequentie bij ca $0{,}5 \cdot 10^6$ per/sec.

De grootste bijdrage tot de verliezen wordt bij de ferrieten gewoonlijk gevormd door de restverliezen. Onderzoekingen, die ten doel hadden, materialen met hoogere waarden der grensfrequentie te vinden, moesten er dus in de eerste plaats op gericht zijn, de

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

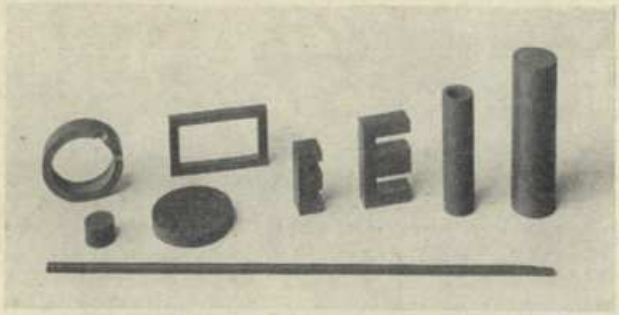
www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

restverliezen te verminderen. Het is wel gebleken dat dit slechts ten koste van de permeabiliteit te bereiken is. Zoo bleek o.a. de afwezigheid van ferro-ionen in vele gevallen de restverliezen bij hooge frequenties gunstig te beïnvloeden, terwijl zij ter wille van een hooge permeabiliteit juist gewenscht zijn. De hoogste tot dusverre bereikte grens-frequentie — ca $40 \cdot 10^6$ per/sec — is verkregen met een geheel ferro-vrij nikkelzinkferriet, waarvan de beginpermeabiliteit ca 50 bedraagt.

Vormgeving en mechanische eigenschappen

Alvorens wij enkele toepassingen van „Ferroxcube" bespreken, moge hier in het kort iets over de fabricage vermeld worden.

Eenvoudige vormen als schijven, ringen, kubussen en dergelijke vervaardigt men door het poedervormige uitgangsmateriaal in droge toestand in stalen matrijzen te persen.



48136

Fig. 2. Eenige voorbeelden van de vormen waarin onderdeelen van „Ferroxcube" gefabriceerd kunnen worden. De schijf-, ring- en E-vormige stukken worden door droog persen van het poedervormige uitgangsmateriaal gevormd, de staaf- en buisvormige stukken door spuiten van het met een bindmiddel gemengde poeder.

Lange cylindrische vormen (staven of buizen van diverse doorsnede) worden verkregen door het bovengenoemde poeder met een bindmiddel tot een plastische massa te mengen en deze door een geprofileerde opening te spuiten. De lengte is hierbij vrijwel onbeperkt.

De aldus door persen resp. spuiten verkregen voorwerpen worden in een electrische oven gegloeid bij temperaturen tusschen 1000 °C en 1400 °C, waarbij het eventueel gebruikte bindmiddel vervluchtigt en de chemische reactie zich door middel van diffusie voltrekt.

Het gegloeide product heeft een groote hardheid, maar kan door slijpen en eventueel polijsten nauwkeurig op de gewenschte maat worden gebracht. *Fig. 2* laat eenige uitvoeringsvoorbeelden zien.

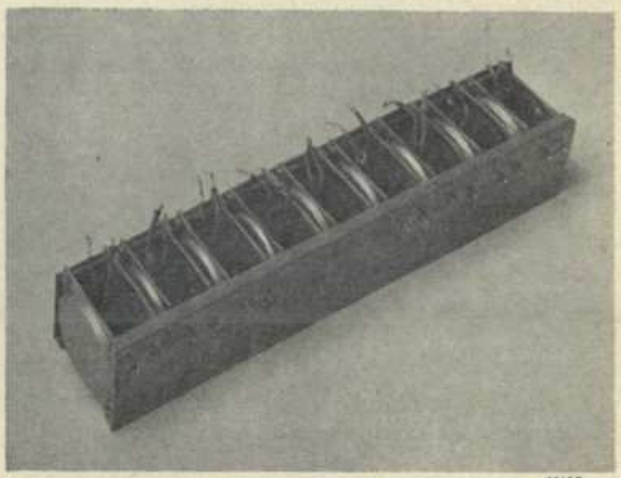
Practische toepassingen

Bandfilterspoelen voor draaggolftelefonie

Een der voornaamste bestanddeelen van een installatie voor draaggolftelefonie wordt gevormd door de electrische bandfilters[5]), welker taak het is, onderlinge storing der gelijktijdig over één dradenpaar gevoerde gesprekken te voorkomen. Bij de filteronderdeelen (spoelen en condensatoren) zijn slechts zeer geringe verliezen toelaatbaar. Als magnetisch kernmateriaal voor deze spoelen is „Ferroxcube" III zeer geschikt. Bovendien blijkt de constantheid van de effectieve permeabiliteit in de loop van de tijd en bij temperatuurswisselingen te voldoen aan de hooge eischen, die de practijk hieraan stelt. *Fig. 3* geeft een indruk van een met „Ferroxcube" vervaardigde filterspoel. De eigenlijke spoel wordt hier omsloten door een doos van „Ferroxcube", bestaande uit twee schijven en een ring; binnen in de spoel bevindt zich nog een cylindertje van hetzelfde materiaal met aan weerskanten een luchtspleet. Hierdoor wordt de oorspronkelijke permeabiliteit

48137

Fig. 3. Bandfilterspoel voor draaggolftelefonie. Geheel links: de wikkeling; daarnaast de onderdeelen van de uit „Ferroxcube" vervaardigde kern en mantel. Verder naar rechts: doorsnede van mantel, kern en wikkeling; de twee luchtspleten zijn duidelijkheidshalve met een wit plaatje opgevuld. Geheel rechts: de complete spoel.



48135

Fig. 4. De voor één bandfilter vereischte spoelen (in dit geval negen) kunnen tot een stevig en compact geheel vereenigd worden. Dank zij de goede afscherming door de „Ferroxcube" mantel (vgl. fig. 3) treedt geen merkbare wederzijdsche inductie op.

[5]) Philips techn. T. 7, 104, 1942.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

van ca 1000 tot een effectieve permeabiliteit $\mu' = 35$ teruggebracht. De doosconstructie waarborgt een goede magnetische afscherming, waardoor het mogelijk is, een aantal spoelen compact samen te bouwen zonder gevaar voor wederzijdsche inductie („overspreken") (*fig. 4*). De gemonteerde spoel heeft een kwaliteitscijfer $Q = 600$ (bij een

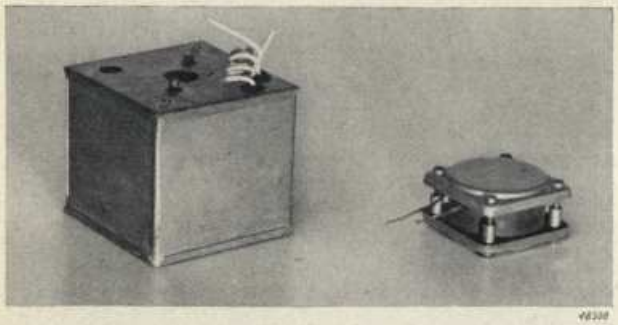


Fig. 5. Bandfilterspoelen voor draaggolftelefonie. Links: afschermbus, bevattende een spoel van oude constructie, waarbij de kern uit dunne draadjes van nikkelijzer is samengesteld en de mantel uit een „poederkern"-materiaal. De afscherming is noodzakelijk wegens de lage effectieve permeabiliteit van het poederkernmateriaal. Kwaliteitsfactor $Q = 220$, bij 60 kper/sec; volume 210 cm³. Rechts: spoel met kern en mantel van „Ferroxcube" (vgl. fig. 3 en 4). $Q = 600$, bij 60 kper/sec; volume 44 cm³.

frequentie van 60 kper/sec) en een volume van 44 cm³. Deze beide getallen steken zeer gunstig af tegen die van een spoel van oudere constructie (*fig. 5*), met $Q = 220$ en een volume van 210 cm³. Bij het vergelijken van deze getallen houde men in het oog dat bij spoelen die op de juiste wijze geconstrueerd zijn, Q evenredig is met de lineaire afmetingen.

Bandfilterspoelen voor het middenfrequentgedeelte van ontvangtoestellen

In radio-ontvangtoestellen volgens het superheterodyne-principe wordt door „menging" van het ontvangen signaal met een in het toestel opgewekt hulpsignaal een signaal met een vaste frequentie, de zg. middenfrequentie, verkregen. Een filter zorgt er voor dat een aan weerszijden van deze middenfrequentie gelegen band van de gewenschte breedte doorgelaten wordt.

Ook voor spoelen van dit bandfilter kan het gebruik van „Ferroxcube" tot belangrijke volumebesparing leiden, zooals *fig. 6* laat zien. Den constructeur van radiotoestellen van zoo klein mogelijke afmetingen is dit zeer welkom.

Andere toepassingen

De vraag kan nog rijzen of „Ferroxcube" ook van voordeel is als kernmateriaal voor transformatoren, aangesloten op licht- of krachtnetten. Deze vraag moet in het algemeen ontkennend worden beantwoord. Een eigenschap der ferrieten is namelijk dat zij reeds bij lage waarden der inductie, bijv. 2500 gauss, verzadigd zijn. Men zou dus bijv. de kerndoorsnede of het aantal windingen minstens vijf maal zoo groot moeten kiezen als bij de gebruikelijke transformatoren met ijzeren kern het geval is, waar men met B_{max} = ca 12 000 gauss werkt.

Er zijn echter nog ruime toepassingsmogelijkheden op andere gebieden, zooals:

1) het afstemmen van trillingskringen, hetzij door verschuiving van een „Ferroxcube"-kern in de spoel (of spoelen), hetzij door regeling van de effectieve permeabiliteit met behulp van gelijkstroommagnetisatie;
2) het gebruik in de techniek der frequentie- en impulsmodulatie;
3) het verkrijgen van een meer geconcentreerd magnetisch veld in een voorwerp dat men in een magnetisch wisselveld van hooge frequentie door inductie wil verhitten.

Het zal duidelijk zijn dat zich door dit nieuwe materiaal een uitgebreid veld van onderzoek opent.

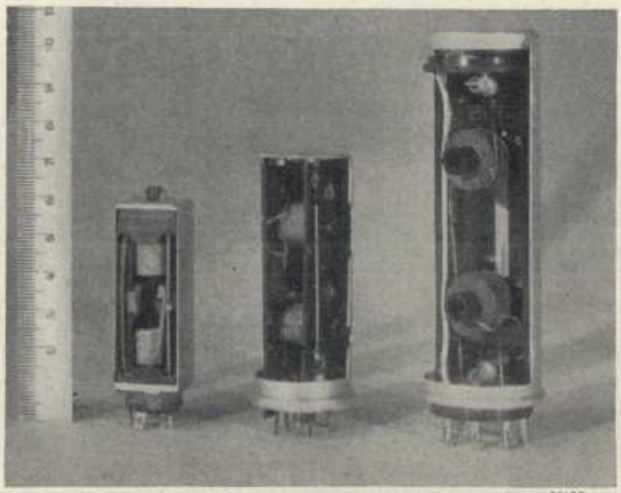


Fig. 6. Spoelstellen van het middenfrequent-bandfilter van een radio-ontvangtoestel. Het rechtsche spoelstel bevat geen ferromagnetisch materiaal; de kleinere afmetingen der beide andere zijn te danken aan het gebruik van „Ferroxcube". Het linksche spoelstel is een verdere ontwikkeling van het middelste. Alle drie spoelstellen worden gebruikt bij dezelfde frequentie en bezitten dezelfde kwaliteit. Een deel der afscherming is weggenomen om het inwendige te laten zien.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

EEN MAGNETRON VOOR GELIJKSPANNINGSVERSTERKING

door H. B. G. CASIMIR. 621.385.16:621.385.831

Bij gelijkspanningsversterking is een versterkbuis met roosterbesturing (bijv. een triode) vaak niet bruikbaar, omdat de in- en de uitgangskring dan nooit galvanisch gescheiden kunnen worden gehouden. In plaats hiervan kan dan een magnetron, dwz. een door een magneetveld bestuurde diode, worden gebruikt. De ingangskring bij het magnetron is de kring waarvan de solenoïde, die het magneetveld doet ontstaan, deel uitmaakt. De ingangskring is hier dus wel volkomen galvanisch gescheiden van de anodekring. In dit artikel wordt het magnetron als versterkbuis nader besproken. Het blijkt daarbij, dat de magnetische gevoeligheid van een magnetron, die een analoge rol speelt als de versterkingsfactor van een triode, aanzienlijk kan worden vergroot door dicht bij de anode een rooster op kathodepotentiaal aan te brengen. Als voorbeeld wordt de toepassing van zulk een magnetron met rooster beschreven in een röntgeninstallatie, waarbij een regeltriode, die zich op zeer hooge spanning bevond, moest worden bediend door een zwak gelijkspanningssignaal, gegeven door een regelinrichting op aardpotentiaal.

Triode en magnetron als versterkbuizen

De eenvoudigste methode om een electrisch signaal te versterken berust in vele gevallen op het gebruik van een triode. De versterkende werking van de triode uit zich daarbij hierin, dat kleine door het signaal veroorzaakte veranderingen van de roosterspanning groote veranderingen van de anodespanning ten gevolge hebben. Deze veranderingen van de anodespanning zijn het rechtstreeksch gevolg van de veranderingen van de anodestroom, die hier door een aan het signaal ontleend electrisch veld wordt bestuurd. Er zijn echter ook reeds lang electronenbuizen bekend, waarbij de anodestroom door een aan het signaal ontleend magnetisch veld wordt bestuurd en die eveneens als versterkbuizen kunnen dienen. Terwijl de triode kan worden beschouwd als een diode met een rooster tusschen de kathode en de anode, is het magnetron [1]) een diode, die in het magneetveld van een solenoïde wordt geplaatst, waarvan de as loodrecht op de richting van de electronenstroom staat (indien de diode bijv. cylindrisch is, valt de as van de solenoïde samen met de kathode). Veranderingen van de stroomsterkte in de solenoïde brengen dan veranderingen van de sterkte van het magneetveld teweeg, hetgeen weer de beweging der electronen tusschen de kathode en de anode beïnvloedt, waardoor onder geschikt gekozen omstandigheden veranderingen van de sterkte van de anodestroom kunnen ontstaan. Wij zullen dit aanstonds nader bespreken; daarbij zal blijken dat men voor een magnetron evenals voor een triode grootheden als steilheid en inwendige weerstand kan definieeren en dat men bovendien een grootheid kan invoeren, die vergelijkbaar is met de versterkingsfaktor bij een triode, nl. de zg. magnetische gevoeligheid.

Voor het versterken van electrische signalen wordt vrijwel altijd de triode (resp. tetrode of penthode) toegepast, en niet het magnetron. Er zijn echter gevallen, waarin de triode, en ook iedere andere buis met roosterbesturing, tekortschiet en waarin het magnetron de aangewezen buis is. Dit hangt samen met het feit, dat bij iedere buis met roosterbesturing het te gebruiken gemiddelde spanningsniveau van het rooster ten opzichte van het spanningsniveau van de anode en van de kathode binnen tamelijk nauwe grenzen is vastgelegd door de karakteristieken van de buis. In het bijzonder kan het spanningsverschil tusschen de anode en het rooster van een triode, bij de normaal gebruikte typen, niet meer dan enkele honderden volts bedragen. Zoolang men wisselspanningen wil versterken, beteekent dit geen essentieele beperking van de bruikbaarheid van buizen met roosterbesturing, zelfs wanneer een schakeling de eisch met zich meebrengt, dat het spanningsniveau van het versterkte signaal veel hooger ligt dan dat van het oorspronkelijke signaal. Immers, men kan door het gebruik maken van een transformator of van condensatoren er voor zorgen, dat het spanningsverschil tusschen de anode en het rooster de bovengenoemde toelaatbare waarde niet overschrijdt. Bij gelijkspanningsversterking is iets dergelijks onuitvoerbaar. Weliswaar kan binnen de door de karakteristieken toegestane grenzen een spanningsverschil tusschen de in- en uitgangskring worden aangebracht, maar er

[1]) Wij willen even opmerken, dat wij het woord „magnetron" hier gebruiken in zijn oorspronkelijke beteekenis, nl. die van een magnetisch bestuurde diode, terwijl men tegenwoordig met het „magnetron" meestal een oscillatorbuis voor zeer korte golven bedoelt, waarbij de electronen zich bewegen in een constant magneetveld. Vgl. G. Heller, Philips techn. T. 4, 201, 1939.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

bestaat steeds een galvanische koppeling tusschen de twee kringen, hetgeen bezwaarlijk kan zijn. Daarentegen kan bij een magnetron de ingangskring (de solenoïde) galvanisch volkomen gescheiden worden gehouden van de uitgangskring (de anodekring), zoodat hier ook bij de gelijkspanningsversterking het boven onderstelde verschil tusschen de spanningsniveaus van het in- en uitgaande signaal geen bezwaar biedt.

Een concreet geval, waarbij het magnetron om de zoojuist vermelde reden nuttige diensten heeft bewezen, deed zich voor bij een röntgeninstallatie. Hierover zullen aan het slot van dit artikel eenige nadere bijzonderheden worden vermeld.

Principe van het magnetron

Het „klassieke" magnetron (zie *fig. 1*) is een cylindrische diode (anodespanning V_a, anodestraal r_a), die zich in een door een solenoïde opgewekt axiaal gericht magneetveld H bevindt.

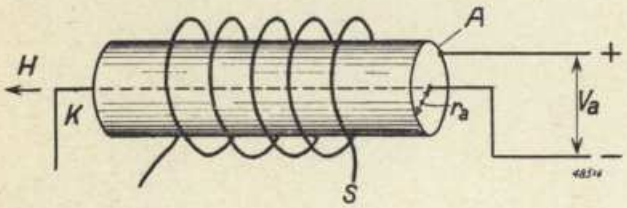


Fig. 1. Principeteekening van een magnetron. A anode, K kathode, S solenoïde. De pijl duidt aan de richting van het magneetveld H.

Is alleen het electrische veld aanwezig, dan zullen de door de kathode geëmitteerde electronen radiale banen naar de anode beschrijven; immers, het electrische veld is radiaal gericht. De snelheid v van een electron in een willekeurig punt is bepaald door de daar heerschende spanning V (gerekend ten opzichte van de kathode) en wel is, als m de massa en e de lading van het electron voorstelt:

$$^1/_2\, mv^2 = e\, V \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Beschouwen wij alleen het magnetische veld, dan ondervindt een electron met snelheid v een kracht loodrecht op de snelheid en op de veldrichting en gelijk aan evH. Dit heeft tot gevolg, dat de baan wordt gekromd; de kinetische energie van het electron ondergaat door het magneetveld geen wijziging, daar de kracht loodrecht op de baan staat. De energievergelijking (1) verandert dus niet, als we behalve het electrische veld ook een magneetveld aanbrengen.

De kracht evH is gelijk aan de centrifugale kracht mv^2/r, als r de kromtestraal van de baan is:

$$\frac{mv^2}{r} = evH \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

Legt men nu zoowel een electrisch als een magnetisch veld aan, dan beschrijven de electronen gekromde banen, waarvan de kromtestraal in ieder punt als functie van H en V kan worden berekend door uit (1) en (2) de snelheid v te elimineeren:

$$r = \frac{1}{H}\sqrt{\frac{2\,mV}{e}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

of, indien wij de waarden van m en e substitueeren en r in cm, H in gauss en V in volt uitdrukken:

$$r = \frac{3{,}37}{H}\sqrt{V} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3a)$$

Bij een gegeven electrische spanning V gaan wij nu de magnetische veldsterkte H varieeren. Bij een kleine waarde van H loopen de electronen vrijwel radiaal in slechts zwak gekromde banen van de kathode naar de anode (zie *fig. 2a*), daar bij kleine H de waarde van r zeer groot is, volgens formule (3a). Er vloeit dan een anodestroom en deze blijft, als H gaat toenemen, voorloopig constant, zoolang de door de kathode uitgezonden electronen de anode bereiken. Neemt de waarde van H toe, dan neemt r af, de banen der electronen worden steeds meer gekromd, totdat van een critische veldsterkte H_k af, de electronen van de kathode uit gesloten banen gaan beschrijven en niet meer op de anode terechtkomen (zie fig. 2*b* en 2*c*); er vloeit dan geen anodestroom meer, het magnetron is „dicht". Indien de kathode voldoende dun is, kan deze critische veldsterkte H_k gemakkelijk worden berekend. Men mag dan nl. aannemen, dat de potentiaal constant is in het grootste gedeelte van de cylindrische ruimte, omsloten door de anode, en wel gelijk aan de anodespanning V_a. Het afnemen van de potentiaal naar de kathode heeft dan voornamelijk plaats in de onmiddellijke nabijheid daarvan.

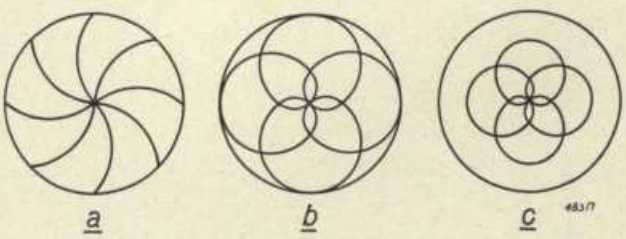


Fig. 2. Electronenbanen in een magnetron bij verschillende magneetvelden H: *a*) als $H < H_k$, vloeit er een anodestroom; *b*) $H = H_k$ is het grensgeval, waarbij de electronenbanen nog juist aan de anode raken; *c*) als $H > H_k$, beschrijven de electronen gesloten banen en komen niet op de anode terecht.

De electronen zullen dan volgens (3a) banen met ten naaste bij constante kromtestraal, dus ongeveer cirkels, beschrijven. De diameter $2r$ van deze

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

cirkels is bij de critische veldsterkte H_k gelijk aan de straal r_a van de anode. Dit geeft met (3a):

$$H_k = \frac{6{,}74}{r_a} \sqrt{V_a} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

De magnetische karakteristiek $i = i(H)$ bij één bepaalde waarde van V_a is in *fig. 3* voorgesteld.

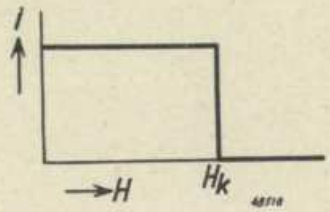


Fig. 3. „Magnetische" karakteristiek van een ideaal magnetron, dwz. anodestroom als functie van de magnetische veldsterkte bij één bepaalde waarde van V_a. Bij een andere waarde van V_a verschuift het verticale stuk der karakteristiek naar rechts of links.

Voor $H < H_k$ is de anodestroom constant, alle electronen bereiken de anode; voor $H > H_k$ is de stroom „afgeknepen". H_k hangt volgens (4) van V_a af: neemt V_a toe, dan ligt ook H_k bij een hoogere waarde.

De magnetische gevoeligheid van het magnetron

Zooals men weet, worden de steilheid S en de inwendige weerstand R_i van een triode gedefinieerd door de vergelijking:

$$\Delta i = S\Delta V_g + (1/R_i)\,\Delta V_a, \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

waarin Δi, ΔV_g en ΔV_a de veranderingen zijn van resp. de anodestroom i, de roosterspanning V_g en de anodespanning V_a. Uit verg. (5) volgt:

$$S = \left(\frac{\partial i}{\partial V_g}\right)_{V_a} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

en

$$R_i = 1 \Big/ \left(\frac{\partial i}{\partial V_a}\right)_{V_g} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Bovendien wordt de versterkingsfactor μ gedefinieerd als

$$\mu = -\left(\frac{\partial V_a}{\partial V_g}\right)_i \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

of, wegens (5),

$$\mu = S\,R_i \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

Daar bij het magnetron de functie van de roosterspanning overgenomen is door het magneetveld, definieert men hier de „magnetische" steilheid en de inwendige weerstand overeenkomstig verg. (6) en (7) door:

$$S = -\left(\frac{\partial i}{\partial H}\right)_{V_a} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

resp.

$$R_i = 1 \Big/ \left(\frac{\partial i}{\partial V_a}\right)_H \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

(Bij de definitie (10) van S is het minteeken genomen, daar de anodestroom i afneemt als H toeneemt.)

Door verg. (9) wordt dan voor het magnetron een grootheid gedefinieerd, die hier een analoge beteekenis heeft als de versterkingsfactor in het geval van een triode. Deze grootheid willen we de „magnetische gevoeligheid" van het magnetron noemen. De magnetische gevoeligheid is echter in tegenstelling tot de versterkingsfactor van een triode geen dimensielooze factor. Men ziet dit onmiddellijk wanneer men de magnetische gevoeligheid door de aan (8) analoge formule voorstelt:

$$\mu = \left(\frac{\partial V_a}{\partial H}\right)_i \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (12)$$

Het blijkt nu, dat verg. (9) ons in de steek laat in het geval van een ideaal magnetron met een discontinue magnetische karakteristiek (fig. 3). Dan is nl. ook de electrische karakteristiek (*fig. 4*) van het magnetron, dwz. $i = i(V_a)$ bij één bepaald magneetveld H, discontinu; bij kleine waarden van V_a is de invloed van het magneetveld overheerschend, de electronen beschrijven gesloten banen en $i = 0$; bij groote waarden van V_a, die — zie verg. (4) — grooter zijn dan $(Hr_a/6{,}74)^2$, trekt de anode alle electronen tot zich. Aan de hand der figuren 3 en 4 kan men inzien, dat in het horizontale gedeelte der karakteristieken $S = 0$ en $R_i = \infty$, terwijl in de verticale gedeelten $S = \infty$ en $R_i = 0$, zoodat in het ideale geval de magnetische gevoeligheid gedefinieerd door (9) niet uit de karakteristieken kan worden bepaald.

Een soortgelijke beschouwing laat inzien, dat ook verg. (12) in dit ideale geval niet bruikbaar is.

Om de magnetische gevoeligheid van een ideaal magnetron te berekenen staan ons echter twee indirecte wegen open. De eene weg is, een niet-ideaal

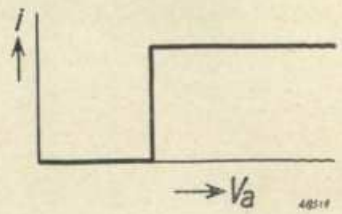


Fig. 4. „Electrische" karakteristiek van een ideaal magnetron, dwz. anodestroom als functie van de anodespanning bij één bepaalde waarde van het magneetveld H.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

magnetron te beschouwen, waarbij dus de karakteristieken geleidelijk verloopen. De grootheden S en R_i zijn dan altijd eindig, zoodat het product SR_i niet meer onbepaald is. Men kan dan $\mu = SR_i$ berekenen en vervolgens nagaan, wat de limietwaarde van de aldus berekende magnetische gevoeligheid is, wanneer de vorm der karakteristieken meer en meer tot de ideale nadert. De andere mogelijkheid berust op de beschouwing van een ideaal magnetron dat opgenomen is in een weerstandsversterker. Wij zullen eerst deze tweede weg bewandelen, daar hij ons tevens zal leiden tot de kennis van het gedrag van het magnetron bij de toepassing in de practijk.

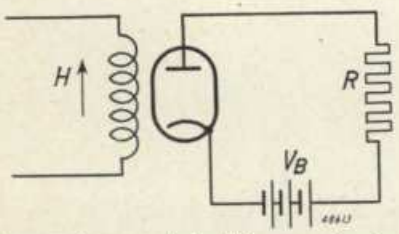


Fig. 5. Het magnetron geschakeld in een circuit voor weerstandsversterking.

Magnetron in een weerstandsversterker

Laat ons beschouwen de eenvoudige weerstandsversterker met een ideaal magnetron als versterkbuis (*fig. 5*). Wij willen het verband nagaan tusschen de spanning V_R over de anodeweerstand R en het magneetveld H. Daartoe teekenen we de electrische karakteristieken van het magnetron, dwz. i als functie van V_a, voor verschillende waarden van het magneetveld (*fig. 6*) (dit is analoog aan het i-V_a-diagram met V_g als parameter bij een triode). Hierbij wordt ondersteld, dat de diode ideaal is, dwz. dat, voor $H = 0$, bij zeer kleine positieve anodespanning reeds de verzadigingsstroom vloeit. Wij laten de karakteristieken door de „belastinglijn" snijden, dwz. door de rechte lijn

$$i = \frac{V_b - V_a}{R},$$

die het verband tusschen i en V_a weergeeft bij gegeven batterijspanning V_b en weerstand R. Het snijpunt van de belastinglijn met de karakteristiek bepaalt de stroom, die bij gegeven H, V_b en R in de anodekring vloeit.

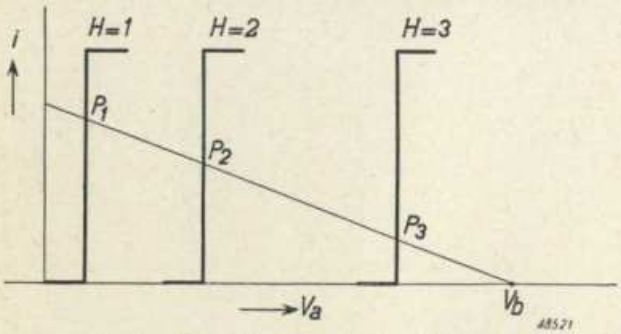


Fig. 6. Verticaal gedeelte van de electrische karakteristiek (verg. fig. 4) voor verschillende waarden van het magneetveld H (in willekeurige eenheden). De schuine rechte lijn stelt de „belastinglijn" voor, dwz. het verband tusschen de anodestroom i en de anodespanning V_a, wanneer het magnetron in een circuit van een weerstandsversterker met gegeven batterijspanning V_b en anodeweerstand R is opgenomen. De helling van de belastinglijn is omgekeerd evenredig met R. De snijpunten P_1, P_2, ... van de belastinglijn met de karakteristieken bepalen de stroomsterkte, die bij gegeven V_b en R en verschillende waarden van H in de anodekring vloeit.

Door geschikte keuze van R en V_b, dwz. van de helling en de ligging van de belastinglijn, kunnen we bereiken, dat de stroom zich op de verticale stukken van de karakteristieken instelt. Wij onderstellen voortaan, dat dit geval zich inderdaad voordoet. Dan is het verband tusschen V_a en H (zie verg. (4)) gegeven door:

$$V_a = \left(\frac{r_a}{6{,}74}\right)^2 H^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13)$$

Door eliminatie van V_a krijgt men uit de beide laatste vergelijkingen:

$$i = \frac{1}{R}\left[V_b - \left(\frac{r_a}{6{,}74}\right)^2 H^2\right] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

Het gezochte verband tusschen V_R en H is dus

$$V_R = V_b - \left(\frac{r_a}{6{,}74}\right)^2 H^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

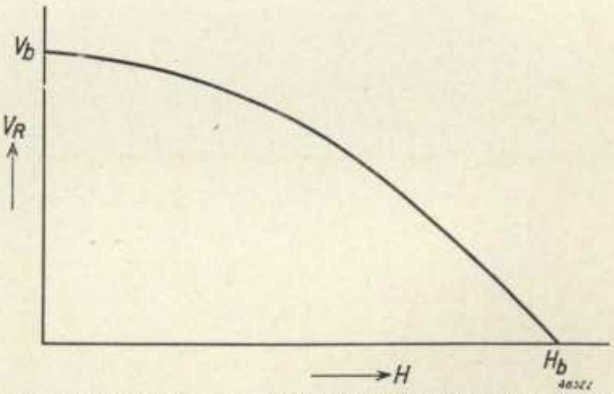


Fig. 7. Spanning V_R over de anodeweerstand als functie van het magneetveld H voor een weerstandsversterker met een ideaal magnetron. Voor $H = 0$ is V_R gelijk aan de batterijspanning V_b; voor $H = H_b = 6{,}74\sqrt{V_b}/r_a$ (r_a straal van de anode) is $V_R = 0$. De kromme is een parabool, waarvan de helling gelijk is aan de magnetische gevoeligheid μ van het magnetron.

De parabool gegeven door verg. (15) is in *fig. 7* voorgesteld. Wij zien, dat V_R met het toenemen van H afneemt en voor $H_b = 6{,}74\sqrt{V_b}/r_a$ nul wordt. De helling van de parabool kan als maat dienen voor de versterkende werking van de beschouwde weerstandsversterker en is analoog aan wat men

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

bij een triode de „versterking" van een weerstandsversterker noemt.

In het geval van een triode wordt — zooals bekend is — de versterking gelijk aan de versterkingsfactor, wanneer de inwendige weerstand R_i klein is vergeleken met de anodeweerstand R. In analogie daarmee wordt de bedoelde helling gelijk aan de boven gedefinieerde magnetische gevoeligheid, daar voor het ideale magnetron, in de verticale gedeelten van de karakteristieken van fig. 6, $R_i = 0$ is. Men krijgt dus:

$$\mu = -\frac{\mathrm{d}V_R}{\mathrm{d}H} \quad \ldots\ldots \quad (16)$$

(daar $\mathrm{d}V_R/\mathrm{d}H$ altijd negatief is — vgl. fig. 7 — is in verg. (16) het minteeken genomen). Hieruit volgt nu, krachtens (15) en (13):

$$\mu = 2\left(\frac{r_a}{6{,}74}\right)^2 H = \frac{r_a}{3{,}37}\sqrt{V_a} \quad \ldots \quad (17)$$

Wij zullen dit resultaat langs de bovenvermelde andere weg terugvinden. Uit verg. (17) blijkt, dat de magnetische gevoeligheid evenredig met de sterkte van het magneetveld toeneemt. De maximale waarde van de magnetische gevoeligheid bij een gegeven batterijspanning is:

$$\mu_{\max} = \frac{r_a}{3{,}37}\sqrt{V_b}.$$

Magnetron met geleidelijk verloopende karakteristieken

In werkelijkheid is een magnetron nooit ideaal. Ten gevolge van het feit, dat het electrische veld niet streng radiaal- en axiaalsymmetrisch is, en ook doordat het vacuum in de buis niet volmaakt is, verloopen de karakteristieken niet meer discontinu (*fig. 8*). Zoo zal bijv. het electrische veld aan de einden der anode te zwak kunnen zijn om de electronen naar de anode te trekken, als in het midden nog wèl electronen de anode treffen. De vorm van de karakteristieken is dus minder scherp, daar de anodestroom niet bij één bepaalde V of H nul wordt.

Bij een magnetron met geleidelijk verloopende karakteristieken is het product $\mu = SR_i$ niet meer

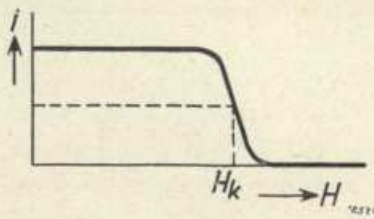


Fig. 8. Geleidelijk verloopende magnetische karakteristiek (vergelijk met fig. 3). H_k is hierbij gedefinieerd als die waarde van H, waarbij $i(H_k) = {}^1/_2\, i(0)$.

onbepaald. Wij gaan het thans berekenen in de onderstelling, dat de karakteristieken weliswaar niet discontinu doch steil verloopen.

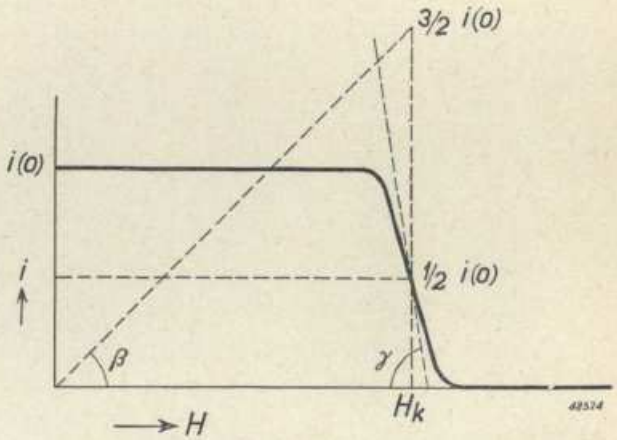


Fig. 9. Magnetische karakteristiek van een magnetron; als $\mathrm{tg}\,\beta \ll \mathrm{tg}\,\gamma$, geldt de formule (20) voor de magnetische gevoeligheid.

We kunnen dan H_k definieeren als de veldsterkte, waarbij de stroom tot op de helft is afgenomen: $i(H_k) = {}^1/_2\, i(0)$. Voor de zoo gedefinieerde H_k zal verg. (4) bij benadering blijven gelden. Voor de omgeving van H_k mogen we bij benadering schrijven, krachtens verg. (10):

$$i(H) = i(H_k) - (H - H_k)\, S(H_k),$$

en hieruit volgt, daar

$$1/R_i = \left(\frac{\partial i}{\partial V_a}\right)_H = \left(\frac{\partial i}{\partial H_k}\right)_H \frac{\mathrm{d}H_k}{\mathrm{d}V_a},$$

$$1/R_i = \left\{\left(\frac{\partial i(H_k)}{\partial H_k}\right)_H + S(H_k) - (H - H_k)\left(\frac{\partial S}{\partial H_k}\right)_H\right\}\frac{\mathrm{d}H_k}{\mathrm{d}V_a}.$$

Van de veelterm tusschen accoladen zijn in het algemeen de eerste en de laatste term klein ten opzichte van $S(H_k)$.

Een schatting van de eerste term kan worden gemaakt aan de hand van de volgende beschouwing. Werken we in het verzadigingsgebied, dan is $\partial i(0)/\partial H_k = 0$. Werken we niet in het verzadigingsgebied, dan is, daar volgens de formule van Langmuir $i(0) \sim V_a^{3/2}$, ook $i(H_k) \sim V_k^{3/2}$ en dit geeft met (4): $i(H_k) \sim H_k^3$, waaruit volgt:

$$\left(\frac{\partial i(H_k)}{\partial H_k}\right)_H = \frac{3\, i(H_k)}{H_k}.$$

Is nu de steilheid zoo groot, dat

$$\left|\left(\frac{\partial i}{\partial H}\right)_{V_a}\right| \gg \frac{3\, i(H_k)}{H_k},$$

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

of, volgens *fig. 9*, dat $\mathrm{tg}\,\gamma \gg \mathrm{tg}\,\beta$, dan kunnen we de eerste term tusschen de accoladen inderdaad verwaarloozen. Uit fig. 9 blijkt, dat dit alleen bij groote waarden van β (dwz. kleine waarden van H_k en V_a) niet meer het geval is.

De laatste term tusschen de accoladen is nul voor $H = H_k$ en blijft klein in de omgeving van dit punt.

Voor niet al te kleine waarden van V_a en H_k volgt dus:

$$1/R_i = S(H_k)\frac{\mathrm{d}H_k}{\mathrm{d}V_a} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18)$$

en de magnetische gevoeligheid is dan (zie verg. (9)):

$$\mu = S(H_k)\,R_i = \frac{\mathrm{d}V_a}{\mathrm{d}H_k} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (19)$$

Uit vergelijking van (19) met (8) blijkt, dat $\mathrm{d}V_a/\mathrm{d}H_k$ bij het magnetron een analoge beteekenis heeft als $-(\partial V_a/\partial V_g)_i$ bij de triode.

Met behulp van verg. (4) kan men nu $\mathrm{d}V_a/\mathrm{d}H_k$ berekenen, zoodat men tenslotte krijgt:

$$\mu = 2\left(\frac{r_a}{6{,}74}\right)^2 H_k = \frac{r_a}{3{,}37}\sqrt{V_a} \quad . \quad . \quad . \quad (20)$$

De magnetische gevoeligheid is dus onafhankelijk van de steilheid van de magnetische karakteristiek. Hieruit volgt in het bijzonder, dat verg. (20) ook voor het grensgeval geldt van een ideaal magnetron met discontinue karakteristiek. Inderdaad is deze formule identiek met de formule die wij eerder hebben afgeleid voor het ideale magnetron in een weerstandsversterker (zie verg. (17)). Het eenige voordeel van een zeer steile magnetische karakteristiek is dit, dat dan, volgens (9), R_i klein is. Daar in een weerstandsversterker $R_i \ll R_a$ (R_a anodeweerstand) moet zijn, teneinde de maximale versterking te bereiken, zal men dan met een relatief kleine R_a kunnen volstaan.

Magnetron met rooster

Wanneer wij de theoretische magnetische gevoeligheid willen opvoeren, moeten we volgens verg. (20) òf de anodespanning verhoogen, òfwel de straal vergrooten. Het eerste heeft het bezwaar, dat men ook het magneetveld grooter moet nemen: men moet met een groot constant veld werken, waarop de variaties worden gesuperponeerd. Het vergrooten van de straal voert al gauw tot onhandige afmetingen.

Men kan nu een veel grootere gevoeligheid bereiken, zonder dat daarbij de twee genoemde bezwaren optreden, door dicht voor de anode een rooster te plaatsen (*fig. 10*), dat zich ongeveer op kathodepotentiaal bevindt. De invloed van de anodespanning op de beweging van de electronen tusschen de kathode en het rooster wordt dan nl.

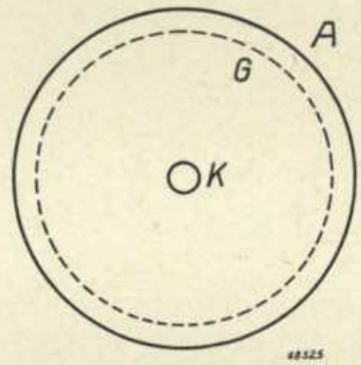


Fig. 10. Ter vergrooting van de magnetische gevoeligheid μ is in het cylindrische magnetron een rooster dicht bij de anode aangebracht. K kathode, G rooster, A anode.

veel kleiner, zoodat het magneetveld relatief meer invloed krijgt. In plaats van verg. (4) geldt nu:

$$H_k = \frac{6{,}74}{r_a}\sqrt{V_{eff}}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (21)$$

waarin V_{eff} een effectieve spanning is, die — geheel vergelijkbaar met de zg. effectieve roosterspanning bij een triode — kan worden voorgesteld door:

$$V_{eff} = \frac{V_a}{G} + V_g; \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (22)$$

de constante G is bij de triode met schermrooster gelijk aan de versterkingsfactor. Eenvoudigheidshalve stellen we $V_g = 0$. Verg. (21) wordt dan wegens (22):

$$H_k = \frac{1}{\sqrt{G}}\frac{6{,}74}{r_a}\sqrt{V_a} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (23)$$

Wij beschouwen nu het magnetron met rooster opgenomen in een weerstandsversterker. Handelende op dezelfde manier als in het geval van een ideaal magnetron zonder rooster, komen we tot het volgende verband tusschen V_R en H:

$$V_R = V_b - G\left(\frac{r_a}{6{,}74}\right)^2 H^2. \quad . \quad . \quad . \quad (24)$$

Uit *fig. 11* zien we, dat de kromme, die dit verband weergeeft, steiler verloopt dan de analoge kromme voor het magnetron zonder rooster, die aan verg. (15) beantwoordt. De magnetische gevoeligheid is dus inderdaad grooter geworden, en wel, bij hetzelfde magneetveld en dezelfde straal van de anode, G keer grooter, zooals door differentieeren van verg. (24) blijkt:

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

$$\mu = -\frac{dV_R}{dH} = 2G\left(\frac{r_a}{6{,}74}\right)^2 H \quad . \quad . \quad . \quad (25)$$

De anodespanning zal nu hooger moeten zijn, maar dat is veelal niet bezwaarlijk. De waarde van G wordt beperkt door de eisch, dat de waarde van V_a/G voldoende groot moet zijn om een redelijke stroom uit de kathode te trekken. Wat overigens de gunstigste dimensionneering betreft, deze hangt af van

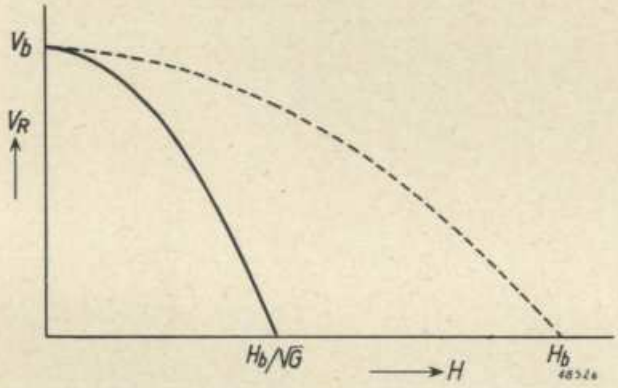


Fig. 11. Spanning V_R over de anodeweerstand als functie van het magneetveld H voor een weerstandsversterker met een roostermagnetron (getrokken lijn) resp. met een ideaal magnetron zonder rooster (gestippelde lijn, identiek met de kromme van fig. 7). Beide krommen zijn parabolen. Daar de magnetische gevoeligheid μ gelijk is aan de helling van de parabool, is μ, bij gelijke waarden van H, in het eerste geval grooter dan in het tweede.

de toepassing. Vergeleken met het enkelvoudige magnetron kan men echter bijna steeds een aanzienlijke winst bereiken, bijv. met een factor $G = 20$.

Wij willen nog opmerken, dat verg. (25) ook kan worden afgeleid op grond van de beschouwing van een magnetron met geleidelijk (maar steil) verloopende karakteristieken.

Magnetron met rooster als gelijkspanningsversterker in een röntgeninstallatie

Een dergelijk magnetron met rooster hebben wij toegepast in de boven reeds vermelde röntgeninstallatie. Het probleem dat zich bij het ontwerpen van de bedoelde installatie voordeed, kwam neer op de vraag, hoe men een schakel- en regelinrichting, die zich op zeer hooge spanning (ca 100 kV) bevond, door een zwak gelijkspanningssignaal moest bedienen, gegeven door een schakel- en regelinrichting op aardpotentiaal. Natuurlijk zijn er verschillende oplossingen van dit probleem mogelijk. Een discussie van al die mogelijkheden valt buiten het bestek van dit artikel. Hier willen we slechts opmerken, dat het gebruik van een versterkbuis met roosterbesturing om de boven besproken redenen uitgesloten was, althans indien men het omzetten van gelijkstroom in wisselstroom en omgekeerd wilde vermijden. Daarentegen bleek de toepassing van het rooster-magnetron zeer gunstig. Een vereenvoudigd schakelschema van de installatie is in *fig. 12* weergegeven. Men ziet dat het spanningsniveau van de solenoïde S volkomen gescheiden is van het zeer hooge spanningsniveau van de rest der installatie; wij kunnen dit laatste willekeurig veranderen zonder dat de kring, waarin de solenoïde is opgenomen, er iets van „merkt". Toch verandert de roosterspanning van de triode T, zoodra een verandering van de stroomsterkte in de solenoïde optreedt. Immers, de bedoelde roosterspanning is gelijk aan de spanning over de weerstand R, en deze laatste spanning hangt ten slotte af van de stroomsterkte in de solenoïde.

Wij kunnen de triode T opvatten als een regelbare weerstand waarvan de waarde R_T o.a. wordt bepaald door de stroomsterkte in de solenoïde. Vloeit er geen stroom door de solenoïde, dan is het magneetveld nul, het magnetron is „open" en de triode „dicht", dwz. $R_T = \infty$, want de roosterspanning is dan gelijk aan de volle (negatieve) batterijspanning V_b. Is de stroom door de solenoïde daarentegen zoo groot, dat de sterkte van het magneetveld boven de critische waarde $H_b/\sqrt{G}$ ligt (verg. fig. 11), dan is het magnetron „dicht"; dientengevolge is de spanning over R, en dus ook de roosterspanning, nul: de triode is geheel „open", dwz.

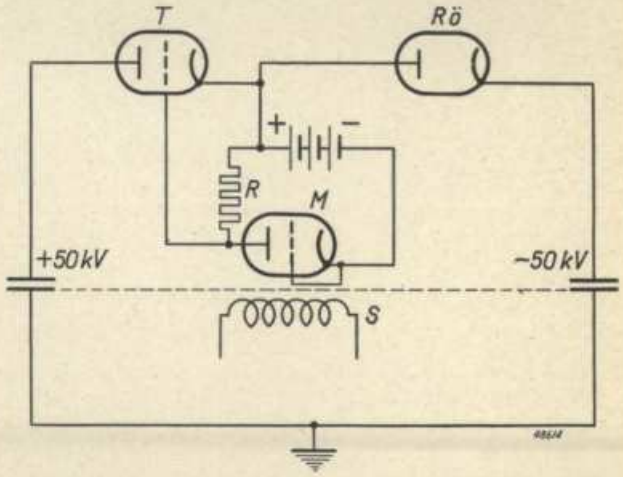


Fig. 12. Vereenvoudigd schakelschema van een röntgeninstallatie, waarin het rooster-magnetron als versterkbuis dient. T is de triode, die de spanning op de röntgenbuis $R\ddot{o}$ regelt. Het spanningsverschil tusschen rooster en kathode van T is gelijk aan de spanning over de weerstand R; de variaties van deze laatste spanning ontstaan door het versterken van de spanningsvariaties in de kring, waarin de solenoïde S is opgenomen, die het magneetveld doet ontstaan dat de stroom in het rooster-magnetron M regelt. Vloeit in het bijzonder geen stroom door de solenoïde, dan is het magnetron „open" en de triode „dicht". De horizontale stippellijn duidt symbolisch aan, dat het spanningsniveau beneden deze lijn (dwz. het spanningsniveau van de kring van de solenoïde) volkomen onafhankelijk is van het spanningsniveau er boven.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

$R_T = 0$. Bij de stroomsterkten in de solenoïde, die tusschen de zoojuist genoemde grenswaarden liggen, zal $0 < R_T < \infty$ zijn.

Gebruikt men de triode als relais, dan beteekent dit, dat men slechts de waarden $R_T = 0$ en $R_T = \infty$ bezigt. Bij de röntgeninstallatie van fig. 12 deed echter de triode T ook dienst als regelbuis, waarmee men de spanning op de röntgenbuis $Rö$ regelde; R_T volgde dan, tusschen de grenzen $R_T = 0$ en $R_T = \infty$, de veranderingen van de stroomsterkte in de solenoïde [2]).

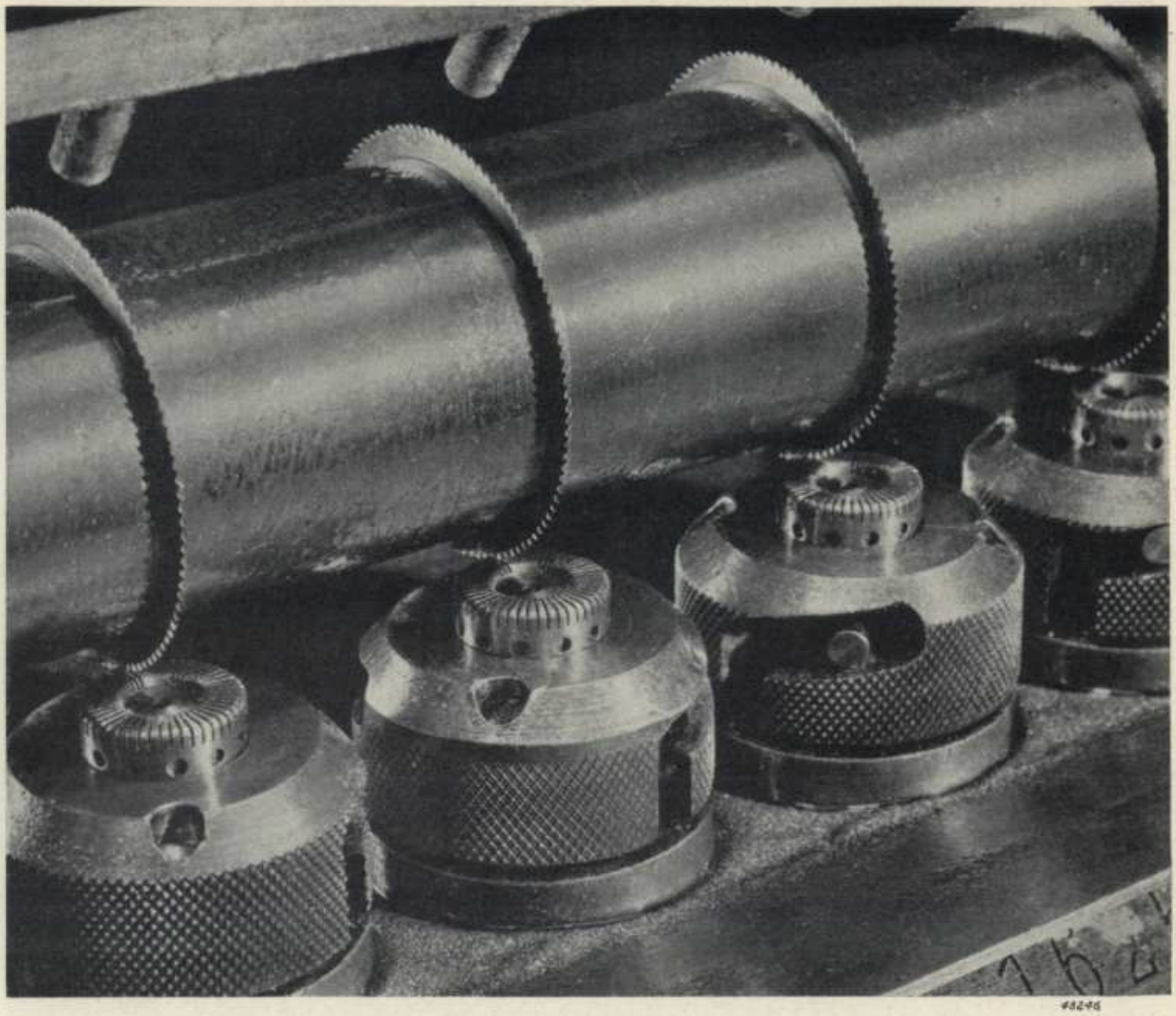
Het voordeel van een magnetron met rooster kwam daarbij hierin tot uiting, dat in beide gevallen — triode als regelbuis en triode als relais — veel zwakkere stroomen in de solenoïde noodig waren om een bepaalde verandering van R_T te bereiken, dan wanneer men een magnetron zonder rooster had gebruikt. Speelt in het bijzonder de triode slechts de rol van een relais, dan is de solenoïdestroom, noodig om de triode geheel „open" te krijgen (verandering van $R_T = \infty$ tot $R_T = 0$), $\sqrt{G}$ maal zwakker dan in het geval van het magnetron zonder rooster.

[2]) Vloeit nl. door de röntgenbuis de verzadigingsstroom, dan zullen niet al te groote veranderingen van R_T geen invloed hebben op de stroomsterkte in de röntgenbuis, slechts de spanning hierop zal door de veranderingen van R_T worden beïnvloed.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

MASSAFABRICAGE VAN SCHEERTOESTELLEN



De foto toont het inzagen van de 48 gleuven in het kapje van het droogscheertoestel „Philishave". Op een roteerende as is een serie aequidistante cirkelzaagjes vastgeklemd. Onder elke zaag is op een speciaal soort draaikop een kapje bevestigd. De draaikoppen staan op een gemeenschappelijke slede, die in de richting der zagen verschoven wordt. Is de slede onder de zagen doorgegleden en aldus in elk kapje een gleuf gezaagd, dan loopt de slede terug, alle draaikoppen draaien automatisch over een hoek 360°/48 en het inzagen van de volgende gleuf begint.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

OVERZICHT VAN RECENTE WETENSCHAPPELIJKE PUBLICATIES DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

Van deze publicaties verstrekt de Administratie van het Natuurkundig Laboratorium, Kastanjelaan, Eindhoven, op aanvrage gratis overdrukken. Van de publicaties die met een sterretje * zijn gemerkt, is echter geen voor verspreiding voldoende aantal overdrukken beschikbaar.

1687*: F. L. H. M. Stumpers: Eenige onderzoekingen over trillingen met frequentiemodulatie (dissertatie, Delft 1946).

In deze dissertatie wordt nader ingegaan op de definities van momenteele amplitude, fase en frequentie voor een willekeurige functie van de tijd. Het frequentiespectrum, dat bij verschillende soorten modulatie optreedt, wordt berekend en op de mogelijkheid van interferentie bij signalen met frequentiemodulatie wordt nader ingegaan (bijv. door twee zenders op één draaggolf, gesynchroniseerde zenders, of twee-wegs ontvangst van eenzelfde signaal). De invloed van geruisch en storingen wordt uitvoerig onderzocht. Terwijl men, wanneer de energie van het geruisch niet meer klein is ten opzichte van de signaalenergie, met een benaderde berekening moet volstaan, blijkt de berekening bij impulsstoringen geheel uitvoerbaar. De distorsie van signalen met frequentiemodulatie bij doorgang door electrische netwerken wordt met behulp van de Fourier-analyse en de reeks van Carson en Fry berekend. De door laatstgenoemde schrijvers aangewende methoden worden critisch onderzocht, en een alternatieve, voor frequentiemodulatie meer geschikte ontwikkeling wordt gegeven, die evenals die van Carson en Fry een asymptotisch karakter heeft. De theorie wordt toegepast op eenvoudige netwerken: enkele kring, gekoppelde kringen, frequentiedetector. Naast het ontstaan van harmonischen komt ook intermodulatie aan de orde. Tenslotte worden de bereikte resultaten aan experimenten getoetst. Een nieuwe methode om de distorsie van de meetzender rechtstreeks uit het spectrum te bepalen, verdient hierbij vermeld te worden.

1688*: N. Warmoltz: Over het mechanisme van den capacitieven ontsteker en van den weerstandontsteker bij kwikdampgelijkrichters (dissertatie, Delft 1946).

Er wordt een kort overzicht gegeven van de ontsteekmethoden bij gelijkrichters met kwikkathode, gebaseerd op de veldtheorie van de kwikboog bij lage druk. De ontsteekvertraging bij de capacitieve ontsteker wordt oscillografisch gemeten. Zij wordt verklaard met de, door Tonks berekende, tijden die noodig zijn om met een electrostatisch veld een thermische oneffenheid op een kwikoppervlak tot een spitse punt uit te trekken. Aan deze punt is de electrische veldsterkte groot genoeg voor koude emissie van electronen. Deze electronische ontlading ontwikkelt zich in de gelijktijdig gevormde kwikdamp tot een boog. In het gedrag der ontsteekvertraging van de weerstandontsteker bij het bevriezen van de kwikkathode en bij proeven over voorverwarming van de ontstekingsstift worden argumenten gevonden ten gunste van de thermische theorie van Mierdel over deze stiften.

1689*: J. van der Vliet: De provitaminen-D van de mossel (mytilus edulis) (dissertatie, Groningen 1946).

Het provitaminen-D-mengsel uit de sterolfractie van de mossel is onderzocht. Uit het product, verkregen bij ultraviolette bestraling van dit mengsel, werd een kristallijne stof met antirachitische werking geïsoleerd (genoemd D_X), die bij nader onderzoek bleek te bestaan uit een mengsel van calciferol en een onbekende, antirachitisch vrijwel inactieve, vitamine-D-achtige verbinding met de waarschijnlijke samenstelling $C_{28}H_{44}O$ of $C_{29}H_{46}O$, bevattende een onverzadigde zijketen. Verder werd uit het bestralingsproduct vitamine-D_3 geïsoleerd als kristallijne ester. Oxydatie van het bestralingsproduct met ozon leverde verschillende afbraakproducten, die geïdentificeerd werden. Uit de verkregen chemische, zoowel als biologische, gegevens wordt geconcludeerd tot de volgende samenstelling van het provitaminen-mengsel:

7-dehydrocholesterol	ca 3/6 deel,
ergosterol	ca 1/6 deel,
cholestatriëen-5,7,22-ol-3	ca 2/6 deel.

Het voorkomen der eerste twee verbindingen is bewezen, dat van de laatste zeer waarschijnlijk gemaakt.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

REGISTER VAN ONDERWERPEN, JAARGANGEN 1—8

Het bij elk onderwerp vermelde vet gedrukte cijfer geeft de jaargang aan, het daaropvolgende getal de pagina. De jaargangen 1-7 correspondeeren met de jaren 1936 tot 1942. Van Juli 1942 tot December 1945 moest de uitgave van het tijdschrift worden gestaakt. Jaargang 8 is verschenen in 1946.

Aanloopweerstanden, automatisch werkende 1,205
Aanvliegpeiler 2,184
Achterlichten voor rijwielen . . . 5,347
Acoustiek van zalen, zie **Zaalacoustiek**
Adsorptieverschijnselen bij metaalcontacten 5,249

Analyse:
argon-stikstof-mengsels . . . 5, 93
polarografie 4,243
röntgendiffractie voor — . . 1,158; 5,161
Ankers, keuring 4, 93

Antenne:
draaibare richt — PCJ-zender 3, 58
gemeenschappelijke — („Antennaphil") 1,245
gevoeligheid voor plaatselijke storingen 6,307
ontvang — („Philastatic") . . 4,333
raam —, antenne-effect . . . 7, 65
Architectuur en verlichting . . . 2, 8
Audiometer 6,235

Auto-radio:
ontvangtoestel 3,113
zend-ontvang-installatie . . . 5,327

Bakens voor vliegvelden:
lichtbakens 4, 97
radiobakens 2,370
Balansversterkerbuis (EFF 50) . 5,171
Bandlampen 5, 87
Bandspreiding, zie **Radio-ontvangtoestellen**
Beveiliging van netten tegen overspanning 2,225
Beveiligingsinstallatie met infraroode stralen 1,306
Bewerkbaarheid, onderzoek met schijfproef 1,183; 1,200
„Bi-Arlita" lamp 1, 97

Biologische werking van ultraviolette straling:
erytheem en conjunctivitis . . 2, 20
rachitisgenezing (Vitamine D) 3, 33
„Biosol" lamp 2, 18
Bliksem, electrische gegevens . . 2,225

Bliksemlichtlampen:
„Photoflux" 1,289
synchronisatoren 2,334
toptijd 4,157
Bloembolgewassen, invloed van röntgenbestraling 2,321

Booglasschen, zie **Lasschen**

Chroomijzer voor metaal-glasverbindingen 2,307
Clandestiene radioproductie . . . 8,337

Condensatoren:
druk — 4,266
electrolytische — 2, 65
schuif — 4,289
sterkstroom — 1,178
verliesvrije — 5,313
10 000 kVA batterij 7,182

Contact-booglasschen, zie **Lasschen**

Contacten, electrische:
contrôle contactdruk 6, 62
overgangsweerstand (invloed van adsorptie) 5,249
trillingen contactveeren . . . 7,155
uitbreidingsweerstand 4,345
Contacttherapie, röntgenapparaat voor — 8, 8

Contrasten en zichtbaarheid:
bij röntgendoorlichting . . . 4,119
bij wegverlichting 1,166
Correspondeerende netwerken met hoogverzadigde ijzerkern 2,276

Decibel, definitie en gebruik . . . 2, 47
Decimale classificatie 3, 28
Demping mechanische trillingen . 1,374

Diamant:
kristalfouten 2,254
treksteenen 5, 14
Doorlating van gassen, zie **Gassen, doorlating door metalen**
Doorvoeren in glas en kwartsglas 3,120

Draaggolftelefonie, zie **Telefonie**
Draaggolftelegrafie 8,206
Draaispoelmeters, ijzervrij koperdraad voor 8,316
Drukcondensatoren 4,266

Drukindicateur:
constructie 5,360
opnemen van diagrammen . 6, 22
Drukknopafstemming, zie **Radio-ontvangtoestellen**
Dijbeenhalsbreuken, toestel voor operatie 8,237
Dynamo-zaklantaarn 8,225
Dynamo voor rijwiel, zie **Rijwieldynamo**
Dynatron 3,137

Edelgassen:
analyse argon-stikstof-mengsels 5, 93
fabricage van — 4,136

Eenheden:
decibel 2, 47
Giorgi — 6,308
nieuwe kaars 5, 1
phoon 5,254
Egaliseeren van telefoonkabels . . 7,184

Eindbuizen, zie **Radiobuizen**
Elastische constanten van metalen, meting 6,376
Electrolytische condensatoren . . 2, 65
Electrometertriode 5, 59

Electronenbanen:
in magnetron 4,201
in meerroosterbuizen 5,135
model voor onderzoek van — . 2,338

Electronenbuizen, zie **Radiobuizen**

Electronendiffractiediagrammen:
algemeene toepassing 5,161
textuuronderzoek 7,178

Electronenemissie, secundaire, zie **Secundaire electronenemissie**

Electronenmicroscoop:
voor metallografisch onderzoek 1,313
onderzoek α-γ-overgang ijzer 1,321

Electronenschakelaar:
beschrijving 4,280
toepassingsvoorbeeld 3,155

Electronenteller:
beschrijving 6, 74
toepassing bij indicatorenmethode 8,334
Emailledraad 3, 40

Fabricage, contrôlemethoden:
kathodestraaloscillograaf voor contrôles 4, 90
röntgenografische contrôle van montage 3,190
universeel meetapparaat voor contrôle radiobuizen 2, 57
Fasehoeken, meting met kathodestraalbuis 5,210
Ferrieten („Ferroxcube") 8,353

Filmprojectie:
met watergekoelde kwiklampen 4, 2
gloeilampen voor — 8, 72
Filmstudiolampen 7,161

Filters, electrische:
algemeene theorie 1,239
practische berekening . . . 1,270
laagdoorlatende — 1,298
hoog- en banddoorlatende — 1,331
tabel 1,336
doorlating van impuls . . . 1,367
— voor draaggolftelefonie . . 7,104
invloed van verliezen . . . 7,138
Filters, magnetische olie-, zie **Oliefilters**

Flikkeren:
van electrische lichtbronnen 6,299
verbetering door luminescentie 3,282

Fluctuaties, zie **Ruischen**

Fluorescentie:
verschijnselen, theorie . . . 3,129
— en fosforescentie, verschillende vormen 3,245
— van vaste stoffen, theorie . 6,353
toepassing:
bij lage druk kwiklamp, zie **Fluorescentielampen**
bij hooge druk kwiklamp 5,353
voor contrôle en onderzoek 3, 5

Fluorescentielampen (buisvormige):
grondslagen 3,277
constructie:
voor hooge spanning . . 4,353

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

voor lage spanning . . . 6, 65
toepassing in woonkamer . . 8,267
Fosforescentie 3,245; 6,353

Fotocellen:
grondslagen en ontwikkeling 2, 13
iconoscoop 1, 18
sperlaag — 8, 65
toepassing van —:
beveiligingsinstallatie . . 1,306
fotometrie 4, 71; 4,272; 5,182
lichttelefonie 1,152
televisie 2, 72
traagheid gasgevulde — . . . 4, 57
versterking door secundaire emissie 5,265

Fotografie:
bliksemlichtlampen, zie aldaar
filmstudiolampen 7,161
— met kwiklicht (HPL-lamp) 4, 28
— met natriumlicht 2, 24
gloeilampen voor — 6,263
kleurenfotografie, additieve methode 5, 52
vergrootingskokers met kwiklampen 3, 92

Fotometrie:
algemeene problemen 1,120
helderheidsbegrip 1,142
lichtsterkte-eenheid 5, 1
objectieve — 4,272
spectrale — (vakjes-fotometer) 4, 71
subjectieve — 5,283
technische — van gasontladingslampen 5,182
wolfraambandlampen voor — 5, 87
Fotostroomen, meting met elektrometertriode 4, 73; 5, 63
Frequentie-analyse, snel registreerende 7, 50

Frequentiekarakteristiek, opname:
registreerende apparatuur . . 4,373
toongenerator voor — 5,276
Frequentiemeting met oscillograaf 3,350

Frequentiemodulatie:
contrôle met oscillograaf . . 3,253
grondslagen 8, 42
vergelijking met amplitudemodulatie 8, 89
u.k.g. verbinding met — . . 8,121; 8,193

Gasbinders 5,225
Gasgevulde fotocellen, traagheid . 4, 57

Gasgevulde gelijkrichtbuizen:
physische grondslagen . . . 2,122
zie ook **Gelijkrichters**

Gasontladingen:
aanslag en ionisatie in positieve zuil 3,161
lichtemissie in positieve zuil van kwik, natrium, neon . . 3,201
luminesceerende wand bij lage druk kwikzuil 3,277
vergelijking van natriumlamp en kwiklamp . . . 1, 2; 1, 70

Gasontladingslampen:
fotometrie van — 1,120; 5,182
oscillografisch onderzoek . . 3,153
wisselstroomschakelingen . . 2,103
zie ook **Gasontladingen** en **Lichtbronnen**

Gassen, doorlating door metalen:
theorie 6,369
experimenten 7, 74
Gassen, signaleeren van giftige . 8,341

Geluid:
absorptie 3,368
distributie, zie **—versterking**
drukmetingen 1, 82
eenheden 2, 47; 5,254
gehoorscherpte, toestel voor onderzoek 6,235
registratie:
gramofoonplaten, eenvoudig toestel 4,111
machines — geluidsfilm . 5, 79
Philips-Miller-systeem, zie aldaar
reportagewagen 4, 78
spectra:
lichtbuiging geluidsfilm . 3,303
acoustische spectroscoop 4,302
snelle registreerende analyse 7, 50
stereofonie, zie aldaar
sterkte van diverse bronnen 2, 54
straling:
drukmetingen 1, 82
theorie en modellen . . 4,225
synthetisch geluid 4,176
toongenerator, zie aldaar
versterking:
grondslagen, toepassingen 3,225
megafoon 4,285
„Normandie" 1, 22
slechthoorenden-apparaat 4,329
Volkenbondspaleis . . . 3,330
weergave:
compressie en expansie . 3,209
fortissimo en pianissimo 2,266
in radio-toestellen . . . 5,120
zaalacoustiek, zie aldaar

Geluidsfilm:
geruischbestrijding bij afspelen 8, 97
lichtbuiging aan — 3,303
machines voor opname en weergave 5, 79
Philips-Miller-systeem, zie aldaar
vervorming bij scheeve spleet 6,110

Gelijkrichters:
gestabiliseerde spanning . . 6, 54
gloeikathodeventielen:
grondslagen gasgevulde gelijkrichtbuizen . . . 2,122
relaisbuis (DCG 5/30) . 1,163
hoogspanningsventielen:
in cascadegenerator . . 1, 8
voor röntgendiagnostiek 8,199
kwikkathodeventielen:
met metalen vat . . . 1, 65
met capacitieve ontsteker 8,346
regelbare installatie 20 kV, 18 A 1,161
sperlaagventielen:
werkingswijze; vervaardiging seleniumventielen 4,104
toepassing seleniumventielen in gelijkrichters . 5,200
voor kleine telefooncentrales 1,295; 6, 39
Gelijkstroomdynamo's, spanningsregeling met trioden 3, 97
Gelijkstroomvoedingsapparaat . . 6, 54
Getters 5,225

Gieterij:
hoogfrequentie-oven 1, 53
röntgenonderzoek gietstukken 2,377
Giftige gassen, signaleeren van . . 8,341

Glas:
doorvoeren van metaal . . . 3,120
glasachtige toestand 8,231
poederglas 8, 2
samenstelling, eigenschappen, toepassing 2, 87
verbinding met metalen (chroomijzer) 2,307
Glasfabriek (plaat) 6,207
Glimontladingsbuis voor spanningsstabilisatie 8,273
Gloeilampen, zie **Lichtbronnen**

Gramofoonplaten:
afspeelsnelheid 2, 64
eenvoudig toestel voor opname 4,111
stereofonie op — 5,187

„Hard metaal" 4,326
Hardheid, definitie en meting . . . 2,179
Hechtkracht van lakken 8,147
Heeteluchtmotoren 8,129

Helderheid:
begrip en beteekenis 1,142
begrip, in verband met verduistering 6,161
van kwiklamp en zon 1, 62
van nachtelijke hemel . . . 5,307
Helderheidscoëfficienten van wegdekken 3,321
Heupverpenning 8,237
Hoogfrequentie-oven met zendbuis als generator 1, 53

Hoogspanning:
generator voor 10^6 V volgens cascadeprincipe 1, 6
— constructies, veldsterkten . 6,274
installatie Cavendish-Laboratorium 2,161
montage van 10^6 V generator (plaat) 4,126
röntgenbuizen-constructie . . 4,161
stootspanningsinstallaties, zie aldaar
ventielen, zie **Gelijkrichters**

Hysteresis:
meetapparaat voor week ijzer 2, 84
oscillografische opname . . . 3,349

Iconoscoop 1, 18

Impedantiemetingen:
met afgestemd Lechersysteem 8, 16
met niet afgestemd Lechersysteem 8,280
Impulsgenerator (draaggolfvoeding) 8,142
Indicateur voor verbrandingsmotoren, zie **Drukindicateur**

Indicatorenmethode:
beteekenis, toepassingsvoorbeelden 8,296
techniek van — 8,330
„Infraphil"-apparaat 8,177

Infraroode stralen:
beveiliging tegen inbraak . . 1,306
medische toepassing:
groot toestel 6,202
„Infraphil" 8,177

Inhaalbuizen:
principe en theorie 8,215
multireflectiebuis 8,257
Ionosfeer, radio-onderzoek van . . 8,111
Isotherm harden van staal . . . 6,283
Isotopen, zie **Indicatorenmethode**

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

Kaars, nieuwe 5, 1
Kabelbeproeving, zie **Sterkstroomkabels**
Kankerinstituut te Amsterdam, röntgeninstallatie 4,161
Kantoorverlichting, niveau . . . 8,242
Kathanode 1,372

Kathodestraalbuis:
- electrodensysteem, potentiaalveld (plaat) 4,241
- focusseering van electronenbundel 1, 33
- naversnellingsbuis 5,257
- **schrijfsnelheid:**
  - berekening, meting, practische conclusies . . . 2,148
  - toestel voor meting — . 3,221
  - vergrooting door naversnelling 5,257
- secundaire emissie van scherm 3,219
- straalintensiteit, regeling . . 1, 91
- televisiebuis voor beeldprojectie 2,249
- televisiebuis met magnetische afbuiging 4,364
- **toepassingen:**
  - drukindicatie . . . . 5,360 / 6, 22
  - fasehoeken, meting . . . 5,210
  - karakteristieken van eindbuizen 5. 65
  - karakteristieken van zendbuizen 4, 52
  - opname van snel verloopende verschijnselen . . 2,148
  - toepassingen, waarbij een normaal oscillograafapparaat wordt gebruikt, zie onder **Kathodestraaloscillograaf**

Kathodestraaloscillograaf:
- **constructie:**
  - GM 3150 1,147
  - GM 3152 4,210
  - GM 3156 (werktuigbouw) 5,289
- **toepassingen:**
  - ankers, keuring in massafabricage 4, 93
  - chemische analyse (polarografie) 4,243
  - electronenschakelaar als hulpmiddel . . . 3,155 / 4,280
  - frequentiemeting 3,350
  - frequentiemodulatie, contrôle 3,253
  - gasontladingslampen, stroom en spanning . . 3,153
  - hysteresislus 3,349
  - I_a-V_a-diagrammen . . . 3,347
  - mechanische spanningen 5, 26
  - mechanische trillingen . 5,241
  - modulatiediepte 3,252
  - overgenereeren 3,255
  - resonantiekrommen van ontvangtoestellen . . . 4, 90
  - smeltveiligheden 4,123
  - spanningen in motoronderdeelen 6, 94
  - sterkstroomnetten . . . 3, 50
  - stemming orkesten, contrôle 4,217
  - zie evt. ook **Kathodestraalbuis**

Keelmicrofoon 5, 6

Kernphysica:
- apparaat voor transmutaties (1250 kV) 6, 46
- overzicht 1937 . . . . . 2, 97
- neutronen, productie en toepassing 3,339

Klankverstrooiers in luidsprekers 4,144

Kleuren:
- kleurenzien 1,282
- metriek (ICI-driehoek) . . . 2, 39
- kleurafwijkingen, contrôle . . 6,186

Kleurenfotografie, additieve methode 5, 52

Kleurenweergave van lichtbronnen:
- fotometer voor onderzoek . 4, 71
- **verbetering:**
  - bij gloeilampen („Philiphan"-glas) 3, 47
  - bij kwiklampen (luminescentie) 3,277
  - menglicht 5,353
- vergelijkingsmethode („witte" lichtbronnen) 2, 1

Klinknaden, röntgenonderzoek . . 2,350
Kogelzoeker 5,321
Koperdraad, ijzervrij — 8,316
Koppelmethode voor hoogfrequent-versterker-trappen . . . 8,125
Kortegolftherapie, generator . . 7,147
Kortsluitbeveiliging dynamo met permanente magneet 8,229
Koude emissie 4,107
Krypton, gloeilampen met — . . 6,338

Kristalstructuur, zie **Structuuronderzoek**

Kunsthars:
- röntgendiffractiediagrammen . 2,256
- zie verder **„Philite"**

Kunstmatige ademhaling, toestel 4,338
Kwartsglas, doorvoeren metaal . . 3,120
Kwikdruppelelectrode 4,243

Kwikkathodeventielen, zie **Gelijkrichters**

Kwiklampen, zie **Lichtbronnen**

Lakken, hechtkrachtmeting . . . 8,147

Lampen, zie **Lichtbronnen**

Lasschen:
- afsmelten van staaf, röntgenkinematografisch onderzoek 1, 26
- **contact-booglasschen:**
  - grondslagen; Contactstaven 8,161
  - inbranding, laschsnelheid 8,304
- druppelovergang (lasschen boven het hoofd) 4, 9
- dubbelstroom-laschtoestel . . 1,342
- mechanische eigenschappen (laschstaaf Ph 55) 6, 97
- methoden en staafsoorten . . 2,129
- poreusheid laschnaden . . . 7, 91
- rendement van laschstaven . 3,377
- röntgenografische contrôle van laschnaden 3, 93
- trekvastheid van neergesmolten materiaal 3,283
- tijdschakelaars met relaisbuizen 1, 11

Lechersystemen 6,241

Lichtbronnen:
- **hliksemlichtlampen**, zie aldaar
- flikkeren 6,299
- **fluorescentielampen**, zie aldaar
- **gloeilampen:**
  - „Bi-Arlita"-lamp 1, 97
  - filmstudiolampen 7,161
  - — voor filmprojectie . . 8, 72
  - — voor fotografie . . . 6,263
  - — voor onderzoek lichtechtheid 1,277
  - montage van 10 kW-lamp (plaat) 4, 45
  - „Protector"-lampen . . 4, 18
  - serieschakeling 6,105
  - verbetering lichtopbrengst (kryptonlampen) . . . 6,338
  - vuurtorenlampen 4, 33
  - wolfraambandlampen . . 5, 87
- **kleurenweergave**, zie aldaar
- **kwiklampen:**
  - „Biosol"-lamp 2, 18
  - lage druk — met fluorescentie, zie **Fluorescentielampen**
  - hooge druk —, luchtgekoeld:
    - HP 300 1,129
    - HPL (fluorescentie) . 5,353
    - HPL voor fotografie 4, 28
    - voor vergrootingsapparaten 3, 92
  - hooge druk —, watergekoeld:
    - HP en SP 2,165
    - helderheid 1, 62
    - voor filmprojectie . 4, 2
    - voor vliegvelden . . 6, 33
  - vergelijking met natriumlampen . . . . . 1, 2 / 1, 70
  - voor lichtdrukken . . . 6,251
- luminescentielampen, buisvormige, zie **Fluorescentielampen**
- **lijnvormige —**, zie aldaar
- **menglicht:**
  - verschillende soorten — . 5,353
  - ontwikkeling ML-lampen 7, 33
- **natriumlampen:**
  - grondslagen en ontwikkeling 2,353
  - hoogfrequente trillingen . 1, 87
  - toepassing voor fotografie 2, 24
  - vergelijking met kwiklampen . . . . . 1, 2 / 1, 70
- neonlampen 1,193
- rijwiel-achterlichten 5,347
- — voor stroboscoop 8, 25
- wisselstroomschakelingen van gasontladingslampen . . . 2,103

Lichtdrukken, kwiklampen voor . 6,251

Lichtechtheids-meettoestel:
- beschrijving 1,277
- stralingsintensiteit 2,282

Lichtsterkte, eenheid 5, 1
Lichttelefonie 1,152

Luidsprekers:
- onderzoek 4,371
- rendement 4,313
- richteffect, klankverstrooiers . 4,144

Luik, verlichting van watertentoonstelling 1939 . . . . . 5, 46

Luminescentie, zie **Fluorescentie** en **Fluorescentielampen**

Lijnvormige lichtbronnen, zie **Fluorescentielampen** en **Verlichting**

Magneetstaal:
- soorten met groot magnetisch vermogen 6, 8
- theorie, eigenschappen van verschillende soorten . . . 2,233
- toepassing voor magneten . 5, 33

Magneten:
- berekening 5, 33
- draagkracht 5,217
- gebruik in dynamo 8,225

Magnetisch materiaal:
- hysteresismetingen 2, 84

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

— voor Pupinspoelen 2, 77
niet-metallisch — voor hooge frequenties 8,353

Magnetron:
theorie van oscillatie . . . 4,201
toepassing in zender 2,300
— voor gelijkspanningsversterking 8,361
Manometers voor lage gasdrukken 2,201

Materiaalonderzoek:
automatisch — met ionisatiekamers en röntgenstralen . . 3,232
bewerkbaarheid (schijfproef) 1,183, 1,200
electronenmicroscoop voor — 1,313, 1,321
hardheid 2,179
röntgenografisch:
methode 2,315
toestellen 5, 73
voorbeelden:
gietstukken 2,377
klinknaden 2,350
laschnaden 3, 93
montage 3,190
zie ook **Structuuronderzoek** en **Textuuronderzoek**

Mechanische spanningen, onderzoek:
met kathodestraaloscillograaf (wisselende —) . . 5, 26, 6, 94
met röntgendiffractie 1,377

Mechanische trillingen:
van contactveeren 7,155
demping van — 1,374
trillingsopnemer voor onderzoek met oscillograaf . . . 5,241
Meetbrug, eenvoudig toestel . . 2,270
Meetoscillator 6,153
Megafoon, electrische 4,285

Mengbuis:
diode als — 6,289
vierbundeloctode 3,271
Menglicht, zie **Lichtbronnen**
Mengschakeling, zelfoscilleerende, met trioden 8,194

Metaaldampiampen, zie **Gasontladingslampen**

Microfoons:
absoluut geijkte — 1, 84
condensatormicrofoon . . . 4,372
keelmicrofoon 5, 6
overzicht verschillende soorten 5,150
Modulatiediepte, meting met oscillograaf 3,252
Modulatoren voor draaggolftelefonie 7, 83
Molybdeen, textuur 7,120
Montagedraad voor telefonie . . 6, 79

Multiplicatorbuizen:
constructie 3,138
toepassing in televisiezender . 2, 72
Multireflectiebuis 8,257

Muziek:
afspeelsnelheid van gramofoonplaten 2, 64
fortissimo en pianissimo . . 2,266
intervallen der tonen 2, 47
stemming van orkesten, statistiek 4,217
stemming, normale 5,254
toonhoogtegewaarwording . . 5,298

Muziekinstrumenten:
toonhoogtegebied van diverse — 2, 49
torenklokken 5,304
viool, versterking van klank 5, 40

Nagalm, zie **Zaalacoustiek**
Natriumlampen, zie **Lichtbronnen en Verlichting**
Nawerkingsverschijnselen 8, 57
Neonlampen voor plantenbestraling 1,193

Netten:
beveiliging tegen overspanning 2,225
oscillografisch onderzoek . . 3, 50

Netwerken:
correspondeerende — met hoog-verzadigde ijzerkern . 2,276
dualiteit van — en meetkundige configuraties 5,336
filters, zie aldaar
invloed van verliezen . . . 7,138
Neutronen, productie en toepassing 3,339
„Nieuw-Amsterdam", verlichting 3,361
Nikkelijzerband, textuur . . . 2, 93, 7, 45

Nipkow-schijf:
constructie 4, 46
gebruik in televisiezender . . 2, 72
geïnterlinieerde aftasting . . 3,289
„Normandie", geluidsdistributie . 1, 22

Octaaf en decibel 2, 47

Oliefilters, magnetische:
constructie 2,295
werkingswijze 6,169

Omroep:
reportagewagen 4, 78
studio-installaties, zie aldaar
studio K.R.O., onderzoek met optisch model 5,333
zenders Nederlandsche — . . 6, 1
Omschakeling, automatische, op reservetoestel 8,310

Omvormer van gelijkstroom, zie **Vibrator**
Ontvangbuizen, zie **Radiobuizen**
Ontvangtoestellen, zie **Radio-ontvangtoestellen**

Oog:
contrastgevoeligheid 1,166
eigenschappen bij verlichtingsniveau van wegen 1,102
gevoeligheid 5,307
gezichtsscherpte 1,215
kleurengewaarwording . . . 1,282
kleurenmetriek 2, 39
verblinding 1,225
waarnemingssnelheid 1,215

Oor:
gevoeligheid 2, 50
toonhoogtegewaarwording . . 5,298
vervorming 4,182
Operatorenmethode voor filterberekening 1,367

Optische modellen voor onderzoek zaalacoustiek, zie **Zaalacoustiek**
Oscillator, eenvoudige hoogfrequent — 6,153
Oscillator, zie **Triode-oscillator**

Oscillograaf, zie **Kathodestraaloscillograaf**

Oscillogrammen, verteekening:
oorzaken in de buis . . . 4,211, 5,262
oorzaken in de versterker . 5,293

Overgenereeren:
onderzoek met oscillograaf . 3,255
theorie 7,171
Overspanning, beveiliging van netten tegen — 2,225

Parels, röntgenografisch onderzoek van echtheid 1, 60
Parijs, verlichting wereldtentoonstelling 1937 2,361
Penthoden, zie **Radiobuizen** en **Zendbuizen**
„Philiphan"-glas, invloed op kleurweergave 3, 47

Philips-Miller-systeem voor geluidsregistratie:
principe 1,107
geluidschrijver 1,135
beitel 1,211
snijband 1,230
machine voor opname en weergave 5, 82
stereofonische registratie . . 6, 88
toepassing in reportagewagen 4, 78
„Philishave"-scheertoestel 4,367

„Philite":
eigenschappen en fabricage . 1,257
—persen met 1000 ton perskracht (plaat) 4,349
toepassing, tabel van eigenschappen 3, 9

„Philoscoop"-meetbrug:
beschrijving 2,270
polarografie met — 4,247
weerstandsmeting vloeistoffen met — 3,187

p_H-meting:
met electrometertriode . . . 5, 62
met trillende condensator . . 7, 24
„Photoflux"-lamp, zie **Bliksemlichtlampen**
Piekspanningsmeter 7, 20
Planigrafie 5,322
Plantenbestraling 1,193
Poederglas 8, 2
Polarografie 4,243
Positieve zuil, zie **Gasontladingen**

Potentiaalvelden, opnemen met electrolyt-trog:
methode 4,235
toepassing op ontsteker van relaisbuis 8,346
Potter-Bucky-diafragma 8,188

Projectie, zie **Filmprojectie**
„Protector"-lampen 4, 18

Pupinspoelen:
magnetisch kernmateriaal . . 2, 77
röntgenografisch onderzoek van kernmateriaal 2, 93
toepassing, zie **Telefonie**
Pyrometer in harderij 6, 29

Radiobuizen:
diode als mengbuis 6,289
electronenbanen in — 5,135
geheel glazen constructie . . 4,170
glazen of metalen omhulsel („Sleutelbuizen") 6,321
invloed looptijden en ruimtelading; versterking met negatieve anode 1,171
invloed looptijden, zelfinductie, wederzijdsche inducties van geleidingen 3,104
karakteristieken, opnemen met oscillograaf 3,347, 5, 65
kleine — met glazuurtechniek („Rimlockbuizen") 8,289

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

meetapparaat voor — 2, 57
pompinstallatie voor — (plaat) 3,302
ruischen van — 2,329
secundaire emissie in —:
schadelijke gevolgen . . 3,215
toepassing 3,140
speciale buizen:
balansversterkerbuis (EFF 50) 5,171
dubbele kathodeleiding (EF 51) 5,369
eindbuizen, onderzoek met oscillograaf 5, 65
eindbuizen, vermogen en vervorming 5,193
electrometertriode . . . 5, 59
gasgevulde trioden . . . 1,371
magnetische besturing . 8,361
meetdiode decimetergolven 7,124
mengdiode voor u.k.g. . 6,289
vierbundeloctode 3,271
Radiogolven, voortplanting . . . 4,257
Radio-onderzoek der ionosfeer . . 8,111

Radio-ontvangtoestellen:
antenne, zie aldaar
auto-radio 3,113
bandspreiding:
principes; verschillende uitvoeringen 4,296
eenvoudig systeem . . . 6,269
clandestiene — in bezettingstijd 8,337
compressie en expansie . . . 3,209
drukknopafstemming:
met motoraandrijving . 3,257
met schuifcondensator . 4,289
frequentiekarakteristieken . . 5,120
oscillator voor onderzoek — . 6,153
resonantiekrommen, contrôle in massafabricage 4, 90
ruischen, zie aldaar
superheterodyne-principe, demonstratie 1, 76
superregeneratieve ontvangst 5,329
vliegtuigradio, zie aldaar
voelbare afstemming; tegenkoppeling 1,264

Radiostoringen:
bestrijding 4,249
gevoeligheid van antennes voor — 6,307
oorzaken en overdracht . . . 3,239
— door natriumlampen . . . 1, 87
Rangeerterreinen, verlichting . . 4, 65

Reflectie:
helderheidscoëfficienten van wegdekken 3,321
bij lijnvormige lichtbronnen 5, 16
lichtverdeeling bij — op diverse materialen 5,129
tripelspiegel (rijwielreflectoren) 5,347
Rekristallatie, röntgenografisch onderzoek 2, 29

Relaisbuizen:
regelbare gelijkrichterinstallatie met — DCG 5/30 . . . 1,161
tijdschakelaars met — voor naadlasschen 1, 11
zie ook **Gelijkrichters**
Relaxatietrillingen 1, 39
Reportagewagen 4, 78
Reservetoestel, omschakeling op . 8,310
Resonantiekringen voor u.k.g. . . 6,217
Resonantiekrommen van ontvangtoestellen, meting 4, 90
Richtingshooren, zie **Stereofonie**
Richttoestel voor behandeling van dijbeenhalsbreuken 8,237

Röntgen:
bestraling van bloembollen . 2,321
buizen:
fijnfocusbuis 8,326
hardglazen — in olie . . 6,314
met draaiende anode („Rotalix") . . . . . 3,296 / 8, 33
voor structuuronderzoek 3,263
voor therapie, tot 10^6 V 4,161
diagnostiek:
camera-opnamen 5,270
doorlichten (stralenveiligheid, waarneembaarheid) 4,119
doorlichten met vergroot beeld 8,321
hoogspanningsventielen voor — 8,199
kleine apparaten 6,225
localiseeren van objecten (projectielen) 5,321
tuberculose-bestrijding . 1,339
universeel apparaat . . 6, 12
verstrooide straling in röntgenbeeld 8,183
diffractiediagrammen:
overzicht van interpretatie en toepassingen . 5,161
speciale toepassingen, zie **Structuuronderzoek** en **Textuuronderzoek**
materiaalonderzoek, zie aldaar
opnamen:
camera-opnamen 5,270
korte belichtingstijden (10^{-6} sec) 5, 23
laschproces (druppelovergang) . . . . . 1, 26 / 4, 9
stereoscopische — . . . 5,322
zwartingsmeter voor röntgenfilms 5,343
richttoestel heupverpenning . 8,237
stralenveiligheid . . . . . 1, 62 / 4,119
strooistraling in — beeld . . 8,188
structuuronderzoek, zie aldaar
therapie:
contact —, apparaat . . 8, 8
met 10^6 V-buis 4,161
400 kV-installatie . . . 8,105
„Rotalix"-röntgenbuis . . . . 3,296 / 8, 33

Ruischen:
bij geluidsfilm, bestrijding . . 8, 97
van ontvangtoestellen . . . 3,193
van versterkbuizen 2,329
van versterkers 2,136
bij u.k.g. ontvangst . . . 5,171 / 6,178
oorzaken van — 6,129
Rijwiel-achterlichten en -reflectoren 5,347

Rijwieldynamo:
constructie 3, 88
methode van onderzoek . . 6,215

Scheerapparaat „Philishave" . . . 4,367
Schrijfsnelheid, zie **Kathodestraalbuis**
Schijfproef voor onderzoek van bewerkbaarheid . . . . . 1,183 / 1,200

Secundaire emissie:
emitteerend vermogen van diverse materialen 3, 80
ongewenschte effecten in versterkbuizen 3,215
toepassingen:
dynatron, multiplicatorbuis, versterkbuizen . . 3,137
fotocel 5,265
kathodestraalbuis . . . 3,219
Selenium-fotocellen 8, 65
Selenium-ventielen, zie **Gelijkrichters (sperlaagventielen)**
Signaleering bij draaggolftelefonie 8,168
Sintermetallurgie 4,321
Slechthoorenden-apparaat 4,329
Smeltveiligheden, onderzoek met oscillograaf 4,123
Snelheidsmodulatiebuizen, zie **Inhaalbuizen**
Spanningsregeling van gelijkstroom-dynamo's met trioden . 3, 97
Speksteen, röntgenografisch onderzoek 1, 60
Sperlaagfotocellen 8, 65
Sperlaaggelijkrichters, zie **Gelijkrichters (sperlaagventielen)**
Spiegel voor telescoop 1,362
Spiegelarmatuur voor straatverlichting 5,231
Spiegelgalvanometer . . . . . 7,114 / 7,128
Sprongkarakteristiek voor beoordeeling versterkers 6,193

Staal:
beoordeeling met schijfproef 1,183 / 1,200
isotherm harden 6,283
magneetstaal, zie aldaar
Stabilisator met hoogverzadigde ijzerkern 2,276
Stabiliseerbuis voor zeer constante spanning 8,273
Stabiliteit triode-oscillator . . . 7,171

Stadsschouwburg Utrecht:
acoustiek 7, 9
verlichting 7, 1
Stemming, zie **Muziek**

Stereofonie:
grondslagen 5,112
afbeelding bij stereofonische weergave 8, 51
localisatie vóór en achter, elevatiehoek 6,363
registratie op gramofoonplaten 5,187
registratie op Philips-Millerfilm 6, 88
slechthoorenden-apparaat . . 4,329

Sterkstroomkabels:
beproevingsapparaat 7, 59
localisatie kabelfouten . . . 7,113

Stootspanningsinstallaties:
tot $2 \cdot 10^6$ V 1,235
tot $4 \cdot 10^6$ V en 80 kWsec . . 3,311

Straatverlichting, zie **Verlichting**

Stralingsmetingen:
fotografisch (röntgendoses) . 1, 62
met ionisatiekamer en electrometertriode 5, 63
vergelijking lichtechtheidstoestel en zon 2,282
zwartingsmeter 5,343
Stroboscoop 8, 25
Stroomregulatorbuizen 3, 74

Structuuronderzoek, röntgenografisch:
methodiek:
algemeen 1, 29
gevoelige lijnen 1,252
röntgenbuis voor — . . 3,263

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

toepassingen:
overzicht 5,161
analyse mengsels 1,158
identificaties 1, 31; 1,158; 1,188
kristalfouten 2,254
kristalgrootte 2,255
mengkristallen 1,220; 1,252
rekristallisatie 2, 29
spanningen 1,377
textuuronderzoek, zie aldaar
Studio-installaties:
algemeene aanleg 4,149
nieuwe constructieprincipes in — 6,139
piekspanningsmeter voor — . 7, 20
zie ook **Zaalacoustiek**
Superheterodyne-ontvangst, demonstratietoestel 1, 76
Superregeneratieve ontvanger . . 5,329
Synchronisatoren voor bliksemlichtopnamen 2,334
Synthetisch geluid 4,176

Tegenkoppeling:
grondslagen en toepassingsmogelijkheden 2,289
toepassing in lijnversterkers 2,209
toepassing in ontvangtoestellen 1,268
toepassing voor expansie bij geluidsweergave 3,214

Telefonie:
draaggolftelefonie:
op gepupiniseerde kabels 4, 21
vervorming in gepupiniseerde kabels 4, 84
17-kanalen-systeem:
grondslagen 6,329
modulatoren 7, 83
filters 7,104
zie ook **Filters**
egaliseeren van kabel 7,184
draaggolfvoeding . . 8,137
signaleering met draaggolven . . . 8,168
draaggolftelegrafie . 8,206
onderhoudsmetingen 8,249
gelijkrichters voor kleine centrales 1,295; 6, 39
lichttelefonie 1,152
lijnversterkers 2,209
montagedraad 6, 79
Pupinspoelen:
kernmateriaal 2, 77
toepassing 1,357
reservetoestel, automatische omschakeling 8,310
u.k.g. — verbindingen:
Eindhoven-Nijmegen . . 2,299
Eindhoven-Tilburg, oude installatie 2,173
Eindhoven-Tilburg, met frequentiemodulatie . . 8,121; 8,193
met rijdende auto's . . 5,327
voor de tropen 6,120
Telescoopspiegels 1,362

Televisie:
experimenteele installatie . . 1, 16
Nipkow-schijf, constructie . . 4, 46
ontvangtoestellen 2, 33; 4,358
projectie van beeld 2,249
versterker, beoordeeling door sprongkarakteristiek 6,193
zender met interlinieering . . 1,325
idem, transportabel 3, 1
zender met Nipkow-schijf . . 2, 72
idem, met interlinieering . . 3,289
experimenteele 9 kW-zender . 7,129

Temperatuurmeting:
met pyrometer 6, 29
met thermo-elementen . . . 5,220

Tentoonstellingsverlichting, zie **Verlichting**

Textuuronderzoek:
chroomijzerdopjes 2,156
electrolytisch nikkellaagje . . 1, 95
electronendiffractie; aluminiumspiegels 7,178
methodiek, poolfiguur . . . 7, 13
nikkelijzerband 2, 93; 7, 45
overkruis gewalst molybdeen 7,120
speksteen; parels 1, 60

Therapie:
infrarood — 6,202
infrarood — met „Infraphil" . 8,177
met kortegolf 7,147
röntgen —, zie aldaar
Thermo-elementen voor temperatuurmeting 5,220
Thermokruisen 3,170

Toongenerator:
voor 440 per/sec, met snaar 4,217
eenvoudige —, tot 16 000 per/sec 5,276
— tot 100 000 per/sec . . . 8,251
Toonhoogtegewaarwording . . . 5,298
Topologische beschouwing van netwerken 5,336
Transmutaties, 1250 kV-apparaat voor 6, 46

Treksteenen:
van diamant 5, 14
van hard metaal 4,327
Trilholten, platte 8,149

Triller, zie **Vibrator**

Trillingen:
relaxatie — 1, 39
zie ook **Mechanische trillingen**
Trillingsopnemer 5,241

Trioden, zie **Radiobuizen** en **Zendbuizen**

Triode-oscillator:
werkingswijze 7, 40
stabiliteit 7,171
Tuberculose-opsporing door massa röntgenonderzoek 1,339; 5,270

Ultra korte golf:
auto-zendontvanger 5,327
buizen:
diode als mengbuis . . 6,289
inhaalbuizen, zie aldaar
magnetron 4,201
meetdiode 7,124
versterkbuizen:
algemeen gedrag bij u.k.g. 1,171; 3,104
balansversterkerbuis 5,171
dubbele kathodeleiding 5,369
impedantiemetingen, zie aldaar
Lechersystemen 6,241
platte trilholten 8,149
resonantiekringen voor — . . 6,217
ruischen bij — ontvangst . . 5,171; 6,178
telefonie-verbindingen, zie **Telefonie**

Ultraviolette straling:
biologische werking:
algemeen 2, 18
vitamine D 3, 33
technische toepassing voor luminescentie-onderzoek . . . 3, 5

Veerbalans 1,126

Veldsterktemeting:
nauwkeurigheid 5,145
registreerend toestel 2,216
Veldsterkten bij hoogspanningsconstructies 6,274

Ventielen, zie **Gelijkrichters**
Verblinding bij wegverlichting . . 1,225

Verduisteringsverlichting, zie **Verlichting**

Verlichting:
algemeene grondslagen van openbare — 2,110
architectuur en — 2, 8
indirecte —, lichtverdeeling bij reflectie 5,129
lijnvormige lichtbronnen:
verlichtingssterkte, schaduwen, reflecties . . . 4,193
reflecteerende oppervlakken 5, 16
berekenen installaties . . 6,147
menglicht 5,353; 7, 33
rangeerterreinen 4, 65
rendementen van installaties 7, 97
schepen („Nieuw-Amsterdam") 3,361
Stadsschouwburg Utrecht . . 7, 1
sterkte van — in kantoren en woonruimten 8,242
straten:
grondslagen 2,142
spiegelarmatuur 5,231
tennisbanen 1,251
tentoonstellingen:
„Goed verlichte huis" . 4,183
Luik 1939 . . . . . 5, 46
Parijs 1937 2,361
verduisteringsverlichting:
grondslagen 4, 16
filtermethode 5, 97
helderheidsbegrip . . . 6,161
nachtelijke helderheid . 5,307
vliegvelden 4, 97; 6, 33
Volkenbondspaleis te Genève 3,179
wegverlichting, zie aldaar
werkbanken 3, 53
woonkamer —, zie aldaar

Verliezen:
meting verlieshoeken 5,311
magnetische — 8,353
— door nawerkingsverschijnselen 8, 57
Verstaanbaarheid 3,143

Versterkbuizen, zie **Radiobuizen**

Versterkers:
gebruik in telefoontechniek . 2,209
ruischen, zie aldaar
beoordeeling met sprongkarakteristiek 6,193
tegenkoppeling, zie aldaar
Versterker-installaties, zie **Geluidversterking**

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

Vervorming:
van eindbuizen 5,193
in gepupiniseerde kabels . . 4, 84
van geluidsfilm, bij scheeve spleet 6,110
van magnetische oorsprong . 2,193
meting van — luidsprekers . . 4,371
in het oor 4,182
reductie door tegenkoppeling, zie **Tegenkoppeling**

Vibrator:
omvormer gelijkstroom in wisselstroom 2,346
transformeeren gelijkspanning 3,115
verbeterde constructie . . . 6,346
Viool, perspectieven voor ontwikkeling 5, 40
Vitamine D 3, 33

Vliegtuigradio:
plaats- en koersbepaling . . . 2,184
zend-ontvanger V.R. 18 . . 1,114
zend-ontvanger met aanvliegpeiler (plaat) 2,314

Vliegvelden:
radiobakens 2,370
verlichting en bebakening . . 4, 97
verlichting landingsbaan . . 6, 33

Volkenbondspaleis te Genève:
electro-acoustische installatie 3,330
verlichting 3,179
Vuurtorenlampen 4, 33

Weerstanden, automatische aanloop — 1,205

Weerstandsmetingen:
toestel voor — 2,270
— aan vloeistoffen 3,187

Wegverlichting:
physiologische grondslagen:
algemeene eigenschappen van oog 1,102
helderheid en subjectieve helderheid 1,142
contrastgevoeligheid en contrastrijkheid 1,166
gezichtsscherpte en waarnemingssnelheid 1,215
verblinding 1,225
reflectie van wegdek:
gewenschte helderheden en contrasten 2,239
helderheidsverdeeling . . 3,321 / 5,231
straten, zie **Verlichting (straten)**
uitgevoerde installaties:
metingen 4,304
Purley Way, Croydon (plaat) 1,312
verkeersoverwegingen 2,110
zichtbaarheidsmeter voor beoordeeling 1,353
Werkbankverlichting 3, 53

Wolfraam:
bereiding 4,324
bewerking (plaat) 5, 30
rekristallisatie 2, 29
thorium in — 1,189
α- en β-modificatie 1,190
Wolfraambandlampen 5, 87

Woonkamerverlichting:
met fluorescentielampen . . 8,267
„Goed verlichte huis" . . . 4,183
verlichtingssterkte 8,242

IJzer, overgang α- in γ- . . . 1,321
IJzerdraadweerstanden 3, 74
IJzeren long 4,338
IJzervrij koperdraad 8,316

Zaalacoustiek:
geluidsabsorptie 3,368
nagalm:
theorie 3, 65
meting 8, 82
optische modellen:
principe; onderzoek intensiteitsverdeeling 1, 46
onderzoek richtingsverdeeling (studio K.R.O.) 5,333
Schouwburg Utrecht 7, 9
verstaanbaarheid 3,143
Zeepvliesmodellen van electrische netwerken 7,138

Zendbuizen:
brommen van — 5,104
gasgevulde trioden 1,371
inhaalbuizen, zie aldaar
karakteristieken, opnemen met kathodestraalbuis 4, 52
luchtgekoelde — 4,129
magnetron, zie aldaar
ontladingsverschijnsel („Rocky-Point-effect") 6,208
ontwikkeling tot 1937, fabricage van — 2,115
penthoden 2,257
technologische problemen bij u.k.g. 6,257
toepassing voor hoogfrequentie-oven 1, 53

Zenders:
korte golf station PCJ . . . 3, 17
draaibare richtantenne PCJ zender 3, 58
Nederlandsche omroep — . . 6, 1
televisiezenders, zie **Televisie**
zend-ontvang-installaties:
voor auto's 5,327
voor de tropen 6,120
voor vliegtuigen (V.R. 18) 1,114
Eindhoven-Nijmegen . . 2,299
Eindhoven-Tilburg . . . 2,173
idem, met frequentie-modulatie . . . . . 8,121 / 8,193

Zichtbaarheidsmeter:
principe en constructie . . . 1,353
toepassing, meetresultaten . 4,304

Zirconium:
bereiding en toepassing . . . 3,353
gebruik als gasbinder . . . 5,225
Zwartingsmeter 5,343

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

REGISTER VAN ARTIKELEN, GERANGSCHIKT VOLGENS AUTEURS JAARGANGEN 1–8

Het bij elk artikel vermelde vet gedrukte cijfer geeft de jaargang aan, het daaropvolgende getal de pagina.

Addink, C.C.J. en Pol, Balth. van der
De stemming van muziekinstrumenten en orkesten 4, 217
Alexander, J.W.
Een vibrator voor het aansluiten van wisselstroom-ontvangtoestellen op het gelijkstroomnet 2, 346
Auto-radio 3, 113
Alma, G. en Prakke, F.
Een nieuwe serie kleine radiobuizen 8, 289
Alphen, P.M. van
Een fotometer voor het onderzoek van de kleurweergave van verschillende lichtbronnen 4, 71
Aninga, J.B. en Burger, G.C.E.
Een apparaat voor kunstmatige ademhaling („ijzeren long") 4, 338
Assum, A.H. van en Timmer, A.L.
Een beveiligingsinstallatie met infraroode stralen 1, 306
Aten, A.H.W. Jr. en Heyn, F.A.
De toepassing van isotopen als indicatoren . . . 8, 296
De techniek van onderzoekingen met radioactieve en stabiele isotopen 8, 330
Bakker, C.J.
Eenige eigenschappen van ontvanglampen bij korte golven 1, 171
Oorzaken van spannings- en stroomfluctuaties . . 6, 129
Het radio-onderzoek der ionosfeer 8, 111
Beek, M. van de
Luchtgekoelde zendbuizen 4, 129
Een experimenteele televisiezender van 9 kW . . 7, 129
Beljers, H.G.
Een registreerend apparaat voor de frequentie-analyse van snel veranderende geluiden 7, 50
Berg, J. ter
Kwantitatieve beschouwingen over het electrisch lasschen 3, 377
Over de poreusheid van laschnaden 7, 91
Bergmans, J.
Helderheid van wegdekken bij kunstverlichting . 3, 321
Bergmans, J. en Vervest, W.L.
Een nieuw spiegelarmatuur voor straatverlichting 5, 231
Blok, L.
Hoogfrequente trillingen in natriumlampen . . . 1, 87
Een toestel voor het meten van schrijfsnelheden van kathodestraalbuizen 3, 221
Radiostoringen 3, 239
Bestrijding van radiostoringen 4, 249
Een toongenerator 5, 276
Blok, L. en Köster, H.J.
Een toestel voor het onderzoek van de gehoorscherpte (audiometer). 6, 235
Boeke, J.
Het electrisch signaleeren van sporen vergiftige gassen in de atmosfeer 8, 341
Boeke, J. en Suchtelen, H. van
Snelle chemische analyse met de kwikdruppel-electrode en een oscillograaf of meetbrug als indicator 4, 243
Boekhorst, L.C.J. te
De universeele decimale classificatie 3, 28
Boer, J. de
Absolute geluidsdrukmetingen 1, 82
Afspeelsnelheid van gramofoonplaten 2, 64
Geluidsversterking. 3, 225
Klankverstrooiers in luidsprekers 4, 144
Een electrische megafoon 4, 285
Het rendement van luidsprekers 4, 313
Microfoons 5, 150
Boer, J. de en Boer, K. de
De keelmicrofoon 5, 6
Boer, J. de en Vermeulen, R.
Optische modellen ter bestudeering van de acoustiek van tooneelzalen 1, 46
Boer, K. de
Stereofonische geluidsweergave 5, 112
Proeven met stereofoonplaten 5, 187
Stereofonische registratie op Philips-Miller film . . 6, 88
Stereofonische afbeelding 8, 51
Boer, K. de en Boer, J. de
De keelmicrofoon 5, 6
Boer, K. de en Urk, A.Th. van
Een eenvoudig toestel voor geluidsregistratie . . 4, 111
Eenige bijzonderheden bij het richtingshooren . . 6, 363
Boer, K. de en Vermeulen, R.
Een installatie voor een slechthoorende 4, 329
Boosman, H.B.R.
De nieuwe Nederlandsche omroepzenders 6, 1
Bouma, P.J.
Eigenschappen van het oog in verband met hun beteekenis voor de wegverlichting 1, 102
Het helderheidsbegrip in verband met de wegverlichting en de fotometrie 1, 142
Het zien van helderheidscontrasten bij de wegverlichting 1, 166
Gezichtsscherpte en waarnemingssnelheid in verband met de wegverlichting 1, 215
Het verblindingsprobleem bij de wegverlichting . 1, 225
Het zien van kleuren 1, 282
De kleurweergave bij gebruik van verschillende „witte" lichtbronnen 2, 1
Het karakteriseeren van kleurindrukken door kleurenruimte en kleurendriehoek 2, 39
Kleurweergave van gloeilampen en „Philiphan"-glas. 3, 47
Verlichting en verduistering 4, 16
Metingen aan uitgevoerde wegverlichtingsinstallaties 4, 304
Natuurlijke verlichting en zichtbaarheid des nachts 5, 307
Het helderheidsbegrip in verband met verduisteringsproblemen. 6, 161
Het flikkeren van electrische lichtbronnen 6, 299
Bouma, P.J. en Dorgelo, E.G.
De natriumlamp. Van laboratoriumproef tot wegverlichting. 2, 353
Bouma, P.J. en Holst, G.
Hoe beoordeelt men de kwaliteit van een wegverlichting? 1, 353
Bouman, H.J.J.
Demonstratie van de superheterodyne-ontvangst . 1, 76
Gelijkrichters voor telefooncentrales. 1, 295
Boumeester, H.G.
De ontwikkeling en fabricage der moderne zendlampen 2, 115
Boumeester, H.G. en Druyvesteyn, M.J.
Triodes met gasvulling 1, 371
Bourdrez, J.P. en Voorhoeve, N.A.J.
De electro-acoustische installatie in het Volkenbondspaleis te Genève. 3, 330
Bouwers, A.
Het localiseeren van objecten in het menschelijk lichaam 5, 321
Bouwers, A. en Burger, G.C.E.
Röntgenopnamen met de camera 5, 270
Bouwers, A. en Cath, P.G.
De maximale electrische veldsterkte voor enkele eenvoudige electrodenconfiguraties 6, 274
Bouwers, A. en Heyn, F.A.
Een apparaat voor het transmuteeren van atoomkernen 6, 46
Een eenvoudig toestel voor het tellen van electronen 6, 74
Bremmer, H. en Pol, Balth. van der
De voortplanting van radiogolven over de aarde 4, 257
Bruin, S.L. de
Het onderzoek van snel veranderende mechanische spanningen met de kathodestraaloscillograaf . . 5, 26
Een toestel voor stroboscopische waarneming . . 8, 25
Bruin, S.L. de en Dorsman, C.
Een electronenschakelaar 4, 280

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

Een kathodestraaloscillograaf voor de werktuigbouw 5, 289

Bruining, H.
Secundaire electronenemissie 3, 80

Burger, G.C.E. en Aninga, J.B.
Een apparaat voor kunstmatige ademhaling („ijzeren long") 4, 338

Burger, G.C.E. en Bouwers, A.
Röntgenopnamen met de camera 5, 270

Burger, G.C.E., Combée, B. en Tuuk, J.H. v. d.
Röntgendoorlichting met vergroot beeld 8, 321

Burgers, W.G.
Practische toepassingen van röntgenografisch materiaalonderzoek
I 1, 29
II 1, 60
III 1, 95
IV 1, 158
V 1, 188
VI 1, 220
VII 1, 252
VIII 1, 377
IX 2, 29
X 2, 93
XI 2, 156
XII 2, 254
Röntgen- en electronenstralen als hulpmiddel bij het chemisch en metallografisch onderzoek . . . 5, 161

Burgers, W.G. en Ploos van Amstel, J.J.A.
De electronenmicroscoop als hulpmiddel bij metallografisch onderzoek 1, 313
Electronenoptische waarneming van de overgang van alpha- in gamma-ijzer 1, 321

Casimir, H.B.G.
Een magnetron voor gelijkspanningsversterking . 8, 361

Cath, P.G.
Een eenvoudige electrische meetbrug 2, 270
Radiobuizen van nieuwe constructie 4, 170

Cath, P.G. en Bouwers, A.
De maximale electrische veldsterkte voor enkele eenvoudige electrodenconfiguraties 6, 274

Claassen, A.
Eenvoudige inrichting voor het meten van de soortelijke weerstand van vloeistoffen 3, 187

Claassen, A. en Geel, W.Ch. van
Electrolytische condensatoren 2, 65

Clausing, P.
De schijfproef als verkorte bewerkbaarheidsproef bij de beoordeeling van staalsoorten
I 1, 183
II 1, 200

Coeterier, F.
De multireflectie-buis, een nieuwe oscillatorbuis voor zeer korte golven 8, 257

Cohen Henriquez, V.
Compressie en expansie bij geluidsoverdracht . . 3, 209
De weergave van hooge en lage tonen bij radio-ontvangtoestellen 5, 120

Combée, B., Burger, G.C.E. en Tuuk, J.H. van der
Röntgendoorlichting met vergroot beeld 8, 321

Cornelius, P.
De gevoeligheid van antennes voor plaatselijke storingen 6, 307
Het antenne-effect bij ontvangtoestellen met raamantenne 7, 65

Cramwinckel, A.
De beitel voor het registreeren van geluid volgens het Philips-Miller-systeem 1, 211

Cramwinckel, A., Dippel, C.J. en Heller, G.
Over het dempen van mechanische trillingen . . . 1, 374

Custers, J.F.H.
Een nieuw toestel voor het onderzoek van materialen op hun lichtechtheid 1, 277
Het registreeren van snel verloopende electrische verschijnselen met behulp van kathodestraalbuis en camera 2, 148
Over de stralingsintensiteit van het Philips lichtechtheidstoestel 2, 282
Kleurenfotografie volgens de additieve methode . 5, 52
Beschouwingen over texturen van metalen . . . 7, 13
De textuur van nikkelijzerband 7, 45
De textuur van overkruis gewalst molybdeen . . 7, 120
Textuuronderzoek met electronenstralen 7, 178

Dam, A. van, Horowitz, A. en Mei, W.H. van der
Het electrisch scheerapparaat „Philishave" . . . 4, 367

Dippel, C.J.
Een zeer gevoelige veerbalans 1, 126
De snijband voor het Philips-Miller-systeem . . . 1, 230

Dippel, C.J., Cramwinckel, A. en Heller, G.
Over het dempen van mechanische trillingen . . 1, 374

Dorgelo, E.G.
Wisselstroomschakelingen voor ontladingslampen . 2, 103
Watergekoelde kwiklampen 2, 165
Eenige technologische problemen bij de ontwikkeling van een nieuwe serie zendbuizen 6, 257
Poederglas 8, 2

Dorgelo, E.G. en Bouma, P.J.
De natriumlamp. Van laboratoriumproef tot wegverlichting 2, 353

Dorsman, C.
Een p_H-meter met zeer groote ingangsweerstand . 7, 24

Dorsman, C. en Bruin, S.L. de
Een electronenschakelaar 4, 280
Een kathodestraaloscillograaf voor de werktuigbouw 5, 289

Dorsman, C. en Rinia, H.
Televisie-installatie met schijf volgens Nipkow . 2, 72

Douma, Tj. en Zijlstra, P.
Het opnemen van zendbuiskarakteristieken 4, 52

Druyvesteyn, M.J.
Het bepalen van de elastische constanten van metalen 6, 376

Druyvesteyn, M.J. en Boumeester, H.G.
Triodes met gasvulling 1, 371

Druyvesteyn, M.J. en Mulder, J.G.W.
Physische grondslagen van met gas gevulde gelijkrichters met gloeikathode 2, 122

Duinker, D.M.
Relaisbuizen als tijdschakelaars voor het naadlasschen 1, 11
Het gebruik van seleenventielen in gelijkrichters . . 5, 200

Dijk, B. van
Eenige problemen bij de röntgendoorlichting . . . 4, 119

Eén namens velen
Clandestiene radioproductie in bezettingstijd . . . 8, 337

Ehrnreich, H.
Sterkstroomcondensatoren 1, 178

Eringa, D.
Een universeel meetapparaat voor radiolampen . 2, 57

Fast, J.D.
Zirconium en zijn hoogsmeltende verbindingen . . 3, 353
Het vervaardigen van compacte metalen door persen en sinteren 4, 321
Metalen als gasbinders 5, 225
Permeabiliteit van metalen wanden voor gassen . . 6, 369
Experimenten over de doorlating van gassen door metalen wanden 7, 74

Feiner, H. en Hoekstra, J.
Montagedraad voor telefonie-installaties 6, 79

Fransen, J. en Ledeboer, J.M.
Generatoren voor kortegolftherapie 7, 147

Fremery, F. de en Levenbach, G.J.
Draaggolftelefonie op gepupiniseerde kabels . . . 4, 21

Fremery, F. de en Wenke, J.W.G.
Nieuwe constructieprincipes in de electro-acoustische installatie van studio's 6, 139
Het meten van piekspanningen in een studio-installatie 7, 20

Funke, J. en Oranje, P.J.
Over de ontwikkeling van menglichtlampen . . . 7, 33

Geel, W. Ch. van
Sperlaaggelijkrichters 4, 104
Sperlaagfotocellen 8, 65

Geel, W. Ch. van en Claassen, A.
Electrolytische condensatoren 2, 65

Geiss, W.
Over de ontwikkeling der lampen met dubbelspiralen 1, 97
Verbeteringen in de lichtopbrengst van gloeilampen 6, 338

Gier, J. de
Een kathodestraalbuis met naversnelling 5, 257

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

Gisolf, J.H. en Groot, W. de
Fluorescentie en fosforescentie 3, 245
Goedhart, D. en Hepp, G.
Het opwekken van de draaggolven in een installatie voor draaggolftelefonie 8, 137
Goedhart, D. en Jong, J. de
Draaggolftelefonie 6, 329
Graaf, J.E. de
Het onderzoek van de macro-structuur van grondstoffen en producten met behulp van röntgenstralen
I 2, 315
II 2, 350
III 2, 377
IV 3, 93
V 3, 190
Röntgentoestellen voor macroscopisch materiaalonderzoek 5, 73
Graaf, J.E. de en Oosterkamp, W.J.
Een röntgenbuis voor het onderzoek van kristalstructuren 3, 263
Graaf, J.E. de en Tuuk, J.H. van der
Automatisch macroscopisch materiaalonderzoek met behulp van röntgenstralen 3, 232
Gradstein, S.
Een moderne hoogspanningsinstallatie. 1, 6
Relaxatietrillingen 1, 39
De installatie van omroepstudio's 4, 149
Radio-ontvangtoestellen met schuifcondensatoren 4, 289
Groot, F.A. de
De signaleering bij draaggolftelefonie 6, 168
Groot, F.A. de en Haan, P.J. den
Modulatoren voor draaggolftelefonie 7, 83
Groot, W. de
Kernphysica 2, 97
Fluorescentie 3, 129
Groot, W. de en Gisolf, J.H.
Fluorescentie en fosforescentie 3, 245
Haan, P.J. den en Groot, F.A. de
Modulatoren voor draaggolftelefonie 7, 83
Haantjes, J.
Het beoordeelen van een versterker door middel van de sprongkarakteristiek 6, 193
Hagendoorn, P.J. en Reynst, M.F.
Een electrische drukindicateur voor verbrandingsmotoren 5, 360
Het opnemen van diagrammen met de electrische drukindicateur 6, 22
Halbertsma, N.A.
De installatie voor geluidsdistributie aan boord van de „Normandie" 1, 22
Werkbankverlichting 3, 53
Reflecteerende oppervlakken in de nabijheid van lijnvormige lichtbronnen 5, 16
Halbertsma, N.A. en Ittmann, G.P.
Verlichting met lijnvormige lichtbronnen 4, 193
Halbertsma, N.A. en Liempt, J.A.M. van
Gloeilampen voor serieschakeling 6, 105
Lampen voor fotografische opnamen 6, 263
Hardenberg, J.J.C.
Over het transport van geluidsfilm in opname- en weergavemachines 5, 79
Haringx, J.A.
Magnetische oliefilters 6, 169
Over trillingen van contactveeren 7, 155
Hazeu, H.A.G.
Kleine apparaten voor medisch röntgenonderzoek 6, 225
Hazeu, H.A.G. en Kiek, M.
Een wisselstroomdynamo met vlakke karakteristiek voor rijwielverlichting 3, 88
Hazeu, H.A.G. en Ledeboer, J.M.
Een universeel apparaat voor röntgendiagnostiek 6, 12
Hazeu, H.A.G., Ledeboer, J.M. en Tuuk, J.H. v.d.
Een röntgenapparaat voor contacttherapie . . . 8, 8
Heel, G.L. van
De verlichting en bebakening van vliegvelden . . 4, 97
Heins van der Ven, A.J.
Het onderzoek van eindversterkerbuizen met behulp van de kathodestraalbuis 5, 65
Afgegeven vermogen en vervorming van eindversterkerbuizen bij verschillende belasting 5, 193
Heller, G.
Vergelijking van de ontladingsvorm in natrium- en kwikdamplampen I 1, 2
Een hoogfrequentie-oven met lampgenerator . . . 1, 53
Vergelijking van de ontladingsvorm in natrium- en kwikdamplampen II 1, 70
De fotometrie van metaaldamplampen 1, 120
De kwiklamp HP 300 . . . . . 1, 129
Een installatie voor filmprojectie met watergekoelde kwiklampen 4, 2
Het magnetron als generator voor ultra korte golven 4, 201
Ontvangtoestellen met geijkte stationsschaal voor korte golven 4, 296
Televisie-ontvangtoestellen 4, 358
De nieuwe eenheid der lichtsterkte 5, 1
Heller, G., Dippel, C.J. en Cramwinckel, A.
Over het dempen van mechanische trillingen . . 1, 374
Hepp, G.
Potentiaalmetingen met behulp van de electrolytische trog 4, 235
Automatische omschakeling op een reservetoestel in de communicatietechniek 8, 310
Hepp, G. en Goedhart, D.
Het opwekken van de draaggolven in een installatie voor draaggolftelefonie 8, 137
Heyboer, J.P.
Zendpenthoden 2, 257
Een ontladingsverschijnsel in groote zendbuizen . 6, 208
Heyn, F.A.
Productie en toepassing van neutronen 3, 339
Heyn, F.A. en Aten, A.H.W.Jr.
De toepassing van isotopen als indicatoren . . . 8, 296
De techniek van onderzoekingen met radioactieve en stabiele isotopen 8, 330
Heyn, F.A. en Bouwers, A.
Een apparaat voor het transmuteeren van atoomkernen 6, 46
Een eenvoudig toestel voor het tellen van electronen 6, 74
Hoekstra, J.
Eigenschappen en toepassingen van emaildraad . 3, 40
Hoekstra, J. en Feiner, H.
Montagedraad voor telefonie-installaties 6, 79
Hofweegen, J.M. van
Het meten van impedanties, speciaal bij decimetergolven. 8, 16
Impedantiemetingen met een niet-afgestemd Lechersysteem 8, 280
Holleman, H.C.A.
De fabricage van edelgassen 4, 136
Metingen in het Philips edelgasbedrijf 5, 93
Holst, G. en Bouma, P.J.
Hoe beoordeelt men de kwaliteit van een wegverlichting? 1, 353
Hondius Boldingh, W.
Stootspanningsinstallaties 3, 311
Beproeven van sterkstroomkabels met gelijkspanning 7, 59
Localisatie van kabelfouten 7, 113
Hondius Boldingh, W. en Oosterkamp, W.J.
Een 400 kV-installatie voor röntgentherapie . . . 8, 105
Horowitz, A., Dam, A. van en Mei, W. H. van der
Het electrisch scheerapparaat „Philishave" . . . 4, 367
Horowitz, A. en Lammeren, J.A. van
Radio-ontvangtoestellen met drukknop-afstemming 3, 257
Horst, H.L. van der en Mulder, J.G.W.
Een regelbare gelijkrichter-installatie van 20 000 volt en 18 ampere 1, 161
Houwink, R.
Eigenschappen en toepassingen van kunsthars-producten 1, 257
Ittmann, G.P.
Het verkrijgen van een scherpe fluorescentievlek in kathodestraalbuizen 1, 33
De regeling der intensiteit in kathodestraalbuizen 1, 91
Een oscillograafapparaat 1, 147
Plaats- en koersbepaling aan boord van een vliegtuig met behulp van radio 2, 184
Ittmann, G.P. en Halbertsma, N.A.
Verlichting met lijnvormige lichtbronnen 4, 193
Jansen, Joh.
De lichtverdeeling bij reflectie op verschillende

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

materialen voor plafond- en wandbedekking . . 5, 129
Jonas, B.
Over het doorvoeren van metaal door hard glas, in het bijzonder kwartsglas 3, 120
Jonas, B. en Meerkamp van Embden, H.J.
Nieuwe staalsoorten van groot magnetisch vermogen 6, 8
Jong, F.H. de en Voorhoeve, N.A.J.
Spanningsregeling bij gelijkstroomgeneratoren met behulp van trioden 3, 97
Jong, J. de
Onderhoudsmetingen in een installatie voor draaggolftelefonie 8, 249
Jong, J. de en Goedhart, D.
Draaggolftelefonie 6, 329
Jonker, J.L.H.
Verschijnselen in versterkerlampen, veroorzaakt door secundaire emissie 3, 215
De banen der electronen in meerroosterbuizen . . 5, 135
Jonker, J.L.H. en Overbeek, A.J.W.M. van
Een nieuwe menglamp 3, 271
Jonker, J.L.H. en Teves, M.C.
Technische toepassingen van de secundaire emissie 3, 137
Jurriaanse, T.
Een spanningsstabiliseerbuis voor zeer constante spanning 8, 273
Kalff, L.C.
Licht en architectuur 2, 8
Het licht op de „Exposition Internationale" te Parijs 1937 . . . . . 2, 361
De verlichting van het nieuwe Paleis van de Volkenbond te Genève 3, 179
Scheepsverlichting 3, 361
Het „Goed verlichte huis" 4, 183
Eenige interessante verlichtingssystemen op de watertentoonstelling te Luik 5, 46
De verlichting van de nieuwe Stadsschouwburg te Utrecht 7, 1
Kalff, L.C. en Voogd, J.
Woonkamerverlichting met buisvormige fluorescentielampen 8, 267
Keitz, H.A.E.
Rijwiel-achterlichten en -reflectoren 5, 347
Meetmethode voor het onderzoek van rijwieldynamo's 6, 215
Kiek, M. en Hazeu, H.A.G.
Een wisselstroomdynamo met vlakke karakteristiek voor rijwielverlichting 3, 88
Kleijnen, P.H.J.A.
De beweging van een electron in tweedimensionale electrostatische velden 2, 338
Klinkhamer, H.A.W.
Een dubbelstroom-laschtoestel 1, 342
Correspondeerende netwerken met een hoog verzadigde ijzerkern, in het bijzonder toegepast bij het ontwerpen van stabilisatoren 2, 276
Een gelijkrichter voor kleine telefooncentrales . . 6, 39
Klute, J.W. en Schouten, J.F.
De invloed van verliezen op de eigenschappen van electrische netwerken 7, 138
Knol, K.S. en Strutt, M.J.O.
Een diode voor het meten van spanningen bij decimetergolven 7, 124
Köhler, J.W.L.
Lichttelefonie 1, 152
Niet-lineaire vervorming van magnetische oorsprong 2, 193
Thermokruisen 3, 170
Koole, P.
Het meten van de hechtkracht van lakken . . . 8, 147
Koole, P. en Went, J.J.
Een methode voor het controleeren van kleurafwijkingen 6, 186
Koops, C.G.
Meting van zeer kleine verlieshoeken 5, 311
Köster, H.J. en Blok, L.
Een toestel voor het onderzoek van de gehoorscherpte (audiometer) 6, 235
Kröger, F.A.
Luminesceerende stoffen 6, 353
Kruithof, A.A.
Traagheidsverschijnselen in gasgevulde fotocellen . 4, 57
Buisvormige luminescentielampen voor algemeene verlichtingsdoeleinden 6, 65
Kruithof, A.A. en Zijl, H.
De verlichtingssterkte in kantoor- en woonruimten 8, 242
Kuntke, A.
Een generator voor stootspanningen van 2 millioen volt 1, 235
Een generator voor zeer hooge gelijkspanning . . . 2, 161
Kuperus, J.
Over de constructie van vibratoren voor radioapparaten 6, 346
Lammeren, J.A. van en Horowitz, A.
Radio-ontvangtoestellen met drukknop-afstemming 3, 257
Lange, C. de
Drukcondensatoren 4, 266
Langen, L.H. de
Toepassing van magnetische oliefilters bij smeerinrichtingen 2, 295
Leblans, L. en Rinia, H.
De schijf van Nipkow 4, 46
Ledeboer, J.M.
Een toestel voor het meten van filmzwartingen . . 5, 343
Ledeboer, J.M. en Fransen, J.
Generatoren voor kortegolftherapie 7, 147
Ledeboer, J.M. en Hazeu, H.A.G.
Een universeel apparaat voor röntgendiagnostiek 6, 12
Ledeboer, J.M., Hazeu, H.A.G. en Tuuk, J.H. v.d.
Een röntgenapparaat voor contacttherapie . . . 8, 8
Levenbach, G.J. en Fremery, F. de
Draaggolftelefonie op gepupiniseerde kabels . . . 4, 21
Levenbach, G.J. en Weg, H. van de
Niet-lineaire vervorming in gepupiniseerde kabels 4, 84
Leydens, P. en Liempt, J.A.M. van
De beteekenis van een constante toptijd bij bliksemlichtlampen 4, 157
Liempt, J.A.M. van
De beteekenis van de „Philora" natriumlamp voor de fotografie 2, 24
Het gebruik van „Philora" HP kwikontladingslampen voor vergrootingsapparaten 3, 92
De beteekenis van kwiklampen met fluoresceerende ballon voor de fotografie 4, 28
Liempt, J.A.M. van en Halbertsma, N.A.
Gloeilampen voor serieschakeling 6, 105
Lampen voor fotografische opnamen 6, 263
Liempt, J.A.M. van en Leydens, P.
De beteekenis van een constante toptijd bij bliksemlichtlampen 4, 157
Liempt, J.A.M. van en Matthews, E.L.J.
Verduistering volgens de filtermethode 5, 97
Liempt, J.A.M. van en Vriend, J.A. de
De „Photoflux", een lichtbron voor fotografische momentopnamen 1, 289
Het instellen van synchronisatoren voor de bliksemlichtlamp „Photoflux" 2, 334
Onderzoek van smeltveiligheden met de kathodestraaloscillograaf 4, 123
Lindenhovius, H.J. en Rinia, H.
Een gelijkstroomvoedingsapparaat met gestabiliseerde spanning 6, 54
Lindern, C.G.A. von
Het draadloos telefoneeren met rijdende auto's . 5, 327
Een telefonie-installatie op ultra korte golf voor de tropen 6, 120
Lindern, C.G.A. von en Vries, G. de
Een telefoonverbinding op ultra korte golven tusschen Eindhoven en Tilburg 2, 173
Een radioverbinding op decimetergolven tusschen Eindhoven en Nijmegen 2, 299
Resonantiekringen voor zeer hooge frequenties . . 6, 217
Lechersystemen 6, 241
Platte trilholten als electrische resonatoren 8, 149
Lips, E.M.H.
De meting der hardheid van metalen en legeeringen 2, 179
Loon, C.J. van
Verbeteringen aan radio-ontvangtoestellen 1, 264
Een eenvoudig systeem van bandspreiding bij kortegolf-ontvangst 6, 269
Manders, Th.J.J.A.
Vliegveldverlichting met watergekoelde kwiklampen 6, 33
Lichtbronnen voor cinematografische opnamen . . 7, 161

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

Gloeilampen voor filmprojectie 8, 72
De „Infraphil", een apparaat voor therapie met infraroode stralen 8, 177
Manders, Th.J.J.A. en Moer, L.J. van der
Vuurtorenlampen 4, 33
Mark, J. van der
Een experimenteele televisiezender en -ontvanger 1, 16
Televisie 1, 325
Een transportabele televisie-installatie 3, 1
Matthews, E.L.J.
De menglichtlamp en andere kwiklampen met verbeterde kleurweergave 5, 353
Matthews, E.L.J. en Liempt, J.A.M. van
Verduistering volgens de filtermethode 5, 97
Meerkamp van Embden, H.J.
Telescoopspiegels 1, 362
Verbindingen tusschen metaal en glas 2, 307
Meerkamp van Embden, H.J. en Jonas, B.
Nieuwe staalsoorten van groot magnetisch vermogen 6, 8
Mei, W.H. van der, Horowitz, A. en Dam, A. van
Het electrisch scheerapparaat „Philishave" . . . 4, 367
Meulen, M.J.C. van der
Een wagen voor geluidsopname volgens het Philips-Miller-Systeem 4, 78
Moer, L.J. van der en Manders, Th.J.J.A.
Vuurtorenlampen 4, 33
Moerel, P.G. en Rademakers, A.
IJzervrij koperdraad voor draaispoelmeters . . . 8, 316
Mol, W.E. de
De invloed van röntgenbestraling op bloembolgewassen (hyacinten en tulpen) 2, 321
Mulder, J.G.W.
Een nieuwe metalen ventielbuis met kwikkathode 1, 65
De beveiliging van bovengrondsche laagspanningsnetten tegen overspanning 2, 225
Stroomregulatorbuizen 3, 74
Mulder, J.G.W. en Druyvestein, M.J.
Physische grondslagen van met gas gevulde gelijkrichters met gloeikathode 2, 122
Mulder, J.G.W. en Horst, H.L. van der
Een regelbare gelijkrichter-installatie van 20 000 volt en 18 ampere 1, 161
Mulders, H. en Six, W.
Het gebruik van versterkers in de telefoontechniek 2, 209
Nordlohne, P.J.H.A.
Het experimenteele korte golf omroepstation PCJ 3, 17
Een draaibare gerichte antenne voor kortegolfomroep 3, 58
Nijenhuis, W.
Meting van fasehoeken met behulp van de kathodestraalbuis 5, 210
Oosterkamp, W.J.
Röntgenopnamen met uiterst korte belichtingstijd 5, 23
Bestrijding van de verstrooide straling in het medische röntgenbeeld 8, 183
Oosterkamp, W.J. en Graaf, J.E. de
Een röntgenbuis voor het onderzoek van kristalstructuren 3, 263
Oosterkamp, W.J. en Hondius Boldingh, W.
Een 400 kV-installatie voor röntgentherapie . . . 8, 105
Oranje, P.J.
Technische fotometrie van gasontladingslampen . 5, 182
Oranje, P.J. en Funke, J.
Over de ontwikkeling van menglichtlampen . . . 7, 33
Overbeek, A.J.W.M. van en Jonker, J.L.H.
Een nieuwe menglamp 3, 271
Padmos, A.A. en Voogd, J.
Kwiklampen voor het vervaardigen van lichtdrukken 6, 251
Penning, F.M.
Manometers voor lage gasdrukken 2, 201
Inhaalbuizen 8, 214
Plaats, G.J. van der en Verhoeff, A.
Een richttoestel voor de operatieve behandeling van dijbeenhalsbreuken 8, 237
Ploos van Amstel, J.J.A. en Burgers, W.G.
De electronenmicroscoop als hulpmiddel bij metallografisch onderzoek 1, 313
Electronenoptische waarneming van de overgang van alpha- in gamma-ijzer 1, 321
Pol, Balth. van der en Addink, C.C.J.
De stemming ven muziekinstrumenten en orkesten 4, 217
Pol, Balth. van der en Bremmer H.
De voortplanting van radiogolven over de aarde . . 4, 257
Pol, Balth. van der en Weyers, Th.J.
Electrische filters
I 1, 239
II 1, 270
III 1, 298
IV 1, 331
V 1, 367
Polis, L.L.C.
„Philite" als constructie-materiaal 3, 9
Posthumus, K.
Het brommen tengevolge van het magnetische veld der gloeidraden in zendbuizen 5, 104
Prakke, F. en Alma, G.
Een nieuwe serie kleine radiobuizen 8, 289
Pré, F.K. du en Rinia, H.
Heeteluchtmotoren 8, 129
Pré, F.K. du en Snoek, J.L.
Eenige nawerkingsverschijnselen en daarmee samenhangende verliezen in wisselvelden 8, 57
Rademakers, A. en Moerel, P.G.
IJzervrij koperdraad voor draaispoelmeters . . . 8, 316
Reynst, M.F. en Hagendoorn, P.J.
Een electrische drukindicateur voor verbrandingsmotoren 5, 360
Het opnemen van diagrammen met de electrische drukindicateur 6, 22
Richards, C.L.
Een televisie-ontvangtoestel 2, 33
Riemens, J.
Temperatuurmetingen in de harderij met de optische pyrometer 6, 29
Rinia, H.
Televisie met schijf volgens Nipkow en geïnterlinieerde aftasting 3 289
Rinia, H. en Dorsman, C.
Televisie-installatie met schijf volgens Nipkow . 2, 72
Rinia, H. en Leblans, L.
De schijf van Nipkow 4, 46
Rinia, H. en Lindenhovius, H.J.
Een gelijkstroomvoedingsapparaat met gestabiliseerde spanning 6, 54
Rinia, H. en Pré, F.K. du
Heeteluchtmotoren 8, 129
Romeyn, C.
De zend-ontvanginstallatie V.R.18 . . . . . 1, 114
Roodenburg, J.W.M. en Zecher, G.
Plantenbestraling met neonlicht 1, 193
Sack, J.
Hoe smelt een laschstaaf af? 1, 26
Lasschen en laschstaven 2, 129
Over de trekvastheid van neergesmolten laschmateriaal 3, 283
Lasschen boven het hoofd 4, 9
Schouten, J.F.
Lichtbuiging aan geluidsfilm 3, 303
Synthetisch geluid 4, 176
Een acoustische spectroscoop 4, 302
De toonhoogtegewaarwording 5, 298
Niet-lineaire vervorming van geluidsfilm bij scheefstaande lichtspleet 6, 110
Schouten, J.F. en Klute, J.W.
De invloed van verliezen op de eigenschappen van electrische netwerken 7, 138
Schouwstra, P. en Zecher, G.
Buisvormige luminescentielampen 4, 353
Severs, J.
Een electrodynamische opnemer voor het onderzoek van mechanische trillingen 5, 241
Six, W.
Het gebruik van Pupinspoelen in de telefoontechniek 1, 357
Six, W. en Mulders, H.
Het gebruik van versterkers in de telefoontechniek 2, 209
Slooten, J. van
Een gemeenschappelijk antennesysteem 1, 245
Ontvangantennes 4, 333
De werkingswijze van triode-oscillatoren met roostercondensator en roosterweerstand 7, 40

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

Stabiliteit en instabiliteit bij triode-oscillatoren . . 7, 171
Smelt, J.
Het glas in de moderne lampen 2, 87
Snoek, J.L.
Magnetische kernen voor Pupinspoelen 2, 77
Staalsoorten voor permanente magneten 2, 233
Een permanente magneet, welke eenige duizenden malen zijn eigen gewicht draagt 5, 217
Niet-metallisch magnetisch materiaal voor hooge frequenties 8, 353
Snoek, J.L. en Pré, F.K. du
Eenige nawerkingsverschijnselen en daarmee samenhangende verliezen in wisselvelden 8, 57
Stegwee, J.G.C.
Proeven omtrent het isotherm harden van staal 6, 283
Stevels, J.M.
De glasachtige toestand 8, 231
Strutt, M.J.O. en Knol, K.S.
Een diode voor het meten van spanningen bij decimetergolven 7, 124
Strutt, M.J.O. en Ziel, A. van der
Het gedrag van versterkerbuizen bij zeer hooge frequenties 3, 104
Een nieuwe balansversterkerbuis voor decimetergolven 5, 171
Een regelbare versterkerbuis met dubbele kathodeleiding, geschikt voor metergolven 4, 369
Het ruischen van ontvangtoestellen bij zeer hooge frequenties 6, 178
De diode als mengbuis, speciaal bij decimetergolven 6, 289
Suchtelen, H. van
Toepassingen van kathodestraalbuizen
I 3, 50
II 3, 153
III 3, 252
IV 3, 347
Toepassingen van kathodestraalbuizen in de massafabricage 4, 90
De electrometertriode en hare toepassingen . . . 5, 59
Suchtelen, H. van en Boeke, J.
Snelle chemische analyse met de kwikdruppelelectrode en een oscillograaf of meetbrug als indicator 4, 243
Tak, W.
Nagalmmeting 8, 82
Tellegen, B.D.H.
Tegenkoppeling 2, 289
Meetkundige configuraties en dualiteit van electrische netwerken 5, 336
Teves, M.C.
Het foto-electrische effect en zijn toepassing in fotocellen 2, 13
Een fotocel met versterking door secundaire emissie 5, 265
Teves, M.C. en Jonker, J.L.H.
Technische toepassingen van de secundaire emissie 3, 137
Timmer, A.L. en Assum, A.H. van
Een beveiligingsinstallatie met infraroode stralen 1, 306
Tromp, Th. P.
Technologische problemen bij de constructie van radiobuizen 6, 321
Tuuk, J.H. van der
De „Rotalix"-buis voor röntgendiagnostiek 3, 296
Een röntgenbuis voor 1 millioen volt 4, 161
Hardglazen röntgenbuizen in olie 6, 314
Röntgenbuizen met draaiende anode („Rotalix"-buizen) 8, 33
Hoogspanningsventielen voor röntgendiagnostiek 8, 199
Tuuk, J.H. van der, Burger, G.C.E. en Combée, B.
Röntgendoorlichting met vergroot beeld 8, 321
Tuuk, J. H. van der en Graaf, J. E. de
Automatisch macroscopisch materiaalonderzoek met behulp van röntgenstralen 3, 232
Tuuk, J.H. van der, Hazeu, H.A.G. en Ledeboer, J.M.
Een röntgenapparaat voor contacttherapie . . . 8, 8
Urk, A.Th. van
De geluidsschrijver van het Philips-Miller-systeem 1, 135
Zaalacoustiek en nagalm 3, 65
Het gebruik van moderne staalsoorten voor permanente magneten 5, 33
Urk, A.Th. van en Boer, K. de
Een eenvoudig toestel voor geluidsregistratie . . . 4, 111
Eenige bijzonderheden bij het richtingshooren . . . 6, 363
Urk, A.Th. van en Vermeulen, R.
Straling van geluid 4, 225
Uyterhoeven, W.
Electrische verschijnselen in de positieve zuil bij lage druk 3, 161
Lichtemissie in de positieve zuil bij lage druk . . . 3, 201
Uyterhoeven, W. en Zecher, G.
Lage druk kwikontlading met luminesceerende wand 3, 277
Veegens, J.D.
Een kathodestraaloscillograaf 4, 210
Veegens, J.D. en Vries, M.K. de
Een eenvoudige hoogfrequentie-oscillator voor het onderzoek van radio-onvangtoestellen 6, 153
Veegens, J.D. en Zaalberg van Zelst, J.J.
De nauwkeurigheid van veldsterktemetingen . . . 5, 145
Verhoeff, A. en Plaats, G.J. van der
Een richttoestel voor de operatieve behandeling van dijbeenhalsbreuken 8, 237
Vermeulen, R.
Het Philips-Miller-systeem voor geluidsregistratie . 1, 107
Octaaf en decibel 2, 47
De verhouding van fortissimo en pianissimo . . 2, 266
Zaalacoustiek en verstaanbaarheid 3, 143
Zaalacoustiek en geluidsabsorptie 3, 368
Het onderzoek van luidsprekers 4, 371
Perspectieven voor een ontwikkeling van de viool . 5, 40
Normalisatie van acoustische grootheden 5, 254
Optische modelproeven omtrent de richtingsverdeeling van geluid in zalen 5, 333
De acoustiek van de nieuwe schouwburgzaal te Utrecht 7, 9
Vermeulen, R. en Boer, J. de
Optische modellen ter bestudeering van de acoustiek van tooneelzalen 1, 46
Vermeulen, R. en Boer, K. de
Een installatie voor een slechthoorende 4, 329
Vermeulen, R. en Urk, A.Th. van
Straling van geluid 4, 225
Vervest, W.L. en Bergmans, J.
Een nieuw spiegelarmatuur voor straatverlichting 5, 231
Voogd, J.
Objectieve fotometrie 4, 272
Wolfraambandlampen voor optische metingen . . 5, 87
Subjectieve fotometrie 5, 283
Voogd, J. en Kalff, L.C.
Woonkamerverlichting met buisvormige fluorescentielampen 8, 267
Voogd, J. en Padmos, A.A.
Kwiklampen voor het vervaardigen van lichtdrukken 6, 251
Voorhoeve, N.A.J. en Bourdrez, J.P.
De electro-acoustische installatie in het Volkenbondspaleis te Genève 3, 330
Voorhoeve, N.A.J. en Jong, F.H. de
Spanningsregeling bij gelijkstroomgeneratoren met behulp van trioden 3, 97
Vriend, J.A. de en Liempt, J.A.M. van
De „Photoflux", een lichtbron voor fotografische momentopnamen 1, 289
Het instellen van synchronisatoren voor de bliksemlichtlamp „Photoflux" 2, 334
Onderzoek van smeltveiligheden met de kathodestraaloscillograaf 4, 123
Vries, G. de en Lindern, C.G.A. von
Een telefoonverbinding op ultra korte golven tusschen Eindhoven en Tilburg 2, 173
Een radioverbinding op decimetergolven tusschen Eindhoven en Nijmegen 2, 299
Resonantiekringen voor zeer hooge frequenties . . 6, 217
Lechersystemen 6, 241
Platte trilholten als electrische resonatoren . . . 8, 149
Vries, M.K. de en Veegens, J.D.
Een eenvoudige hoogfrequentie-oscillator voor het onderzoek van radio-ontvangtoestellen 6, 153
Warmoltz, N.
De potentiaalverdeeling bij de ontsteker van een relaisbuis met kwikkathode 8, 346
Weel, A. van
Een experimenteele zendapparatuur voor telefonie op ultra korte golf met frequentiemodulatie . . . 8, 121

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

Een experimenteele ontvangapparatuur voor telefonie op ultrakorte golf met frequentiemodulatie 8, 193

Weel, J.G.A. van
Systematisch röntgenonderzoek ter opsporing der longtuberculose in fabrieken 1, 339

Weg, H. van de
Het egaliseeren van telefoonkabels 7, 184

Weg, H. van de en Levenbach, G.J.
Niet-lineaire vervorming in gepupiniseerde kabels 4, 84

Wenke, J.W.G. en Fremery, F. de
Nieuwe constructie-principes in de electro-acoustische installatie van studio's 6, 139
Het meten van piekspanningen in een studio-installatie 7, 20

Went, J.J.
Apparaat voor het uitvoeren van hysteresismetingen aan magnetisch week materiaal 2, 84
De electrische weerstand van metaalcontacten . . 4, 345
Adsorptieverschijnselen bij metaalcontacten . . . 5, 249

Went, J.J. en Koole, P.
Een methode voor het controleeren van kleurafwijkingen 6, 186

Werfhorst, G.B. van de
Openbare verlichting. Grondslagen voor wegverlichting 2, 110
Openbare verlichting. Grondslagen voor straatverlichting 2, 142
Openbare verlichting. Technische gezichtspunten betreffende wegverlichting 2, 239

Werner, W.
Het controleeren van contactdrukken 6, 62

Westmijze, W.K.
Een nieuwe methode van geruischbestrijding bij het afspelen van geluidsfilm 8, 97

Weyers, Th.J.
Frequentiemodulatie 8, 42
Vergelijking van frequentiemodulatie met amplitudemodulatie 8, 89

Weyers, Th.J. en Pol, Balth. van der
Electrische filters
I 1, 239
II 1, 270
III 1, 298
IV 1, 331
V 1, 367
Filters voor draaggolftelefonie-installaties 7, 104

Willigen, P.C. van der
Automatisch werkende aanloopweerstanden („Starto"-buizen) 1, 205
De mechanische eigenschappen van gelaschte verbindingen 6, 97
Contact-booglasschen 8, 161
Inbranding en laschsnelheid bij het contact-booglasschen 8, 304

Winkel, J. te
Draaggolftelegrafie 8, 206

Wolf, M.
Televisie-ontvangst met geprojecteerd beeld . . . 2, 249

Wijk, A. van
Biologische werking van de straling van de „Biosol" lamp 2, 18
De toepassing van ultraviolette stralingsbronnen voor technisch luminescentie-onderzoek 3, 5
Lampenfabriek en vitamine-onderzoek 3, 33
Een apparaat voor behandeling met infraroode straling 6, 202

IJzeren, E.A. van
De dynamo-zaklantaarn 8, 225

Zaalberg van Zelst, J.J. en Veegens, J.D.
De nauwkeurigheid van veldsterktemetingen . . . 5, 145

Zecher, G. en Roodenburg, J.W.M.
Plantenbestraling met neonlicht 1, 193

Zecher, G. en Schouwstra, P.
Buisvormige luminescentielampen 4, 353

Zecher, G. en Uyterhoeven, W.
Lage druk kwikontlading met luminesceerende wand 3, 277

Ziegler, M.
De oorzaken van het ruischen in versterkers 2, 136
Een gevoelige registreerende veldmeter 2, 216
De bijdrage van de versterkerbuizen tot het ruischen van versterkers 2, 329
Het ruischen van ontvangtoestellen . . . . . 3 ,193

Ziel, A. van der en Strutt, M.J.O.
Het gedrag van versterkerbuizen bij zeer hooge frequenties 3, 104
Een nieuwe balansversterkerbuis voor decimetergolven 5, 171
Een regelbare versterkerbuis met dubbele kathodeleiding, geschikt voor metergolven 5, 369
Het ruischen van ontvangtoestellen bij zeer hooge frequenties 6, 178
De diode als mengbuis, speciaal bij decimetergolven 6, 289

Zijl, H.
Verlichting van rangeerterreinen met natriumlampen 4, 65
Het berekenen van verlichtingsinstallaties met lijnvormige lichtbronnen 6, 147
Rendementen van verlichtingsinstallaties 7, 97

Zijl, H. en Kruithof, A.A.
De verlichtingssterkte in kantoor- en woonruimten 8, 242

Zijlstra, P.
Radio landingsbakens voor vliegvelden 2, 370

Zijlstra, P. en Douma, Tj.
Het opnemen van zendbuiskarakteristieken . . . 4, 52

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!